Ю.И. Понкратов

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ ВАГОНОВ

Допущено
Федеральным агентством железнодорожного транспорта
в качестве иллюстрированного учебного пособия для студентов вузов,
техникумов и колледжей и для профессиональной подготовки работников
железнодорожного транспорта

Москва
2011

УДК 629.45/.46.083:621.313
ББК 39.24
П56

Рецензенты: преподаватель МКЖТ — структурного подразделения ГОУ ВПО «Московский государственный университет путей сообщения» *В.Ф. Мальцев*; старший мастер участка производства по ремонту и эксплуатации электрооборудования вагонов Московской региональной дирекции по обслуживанию пассажиров Павелецкого вагонного депо Москва-Смоленская — филиала ОАО «РЖД» *А.А. Туманов*

Понкратов Ю.И.
П56 Электрические машины вагонов: учебное иллюстрированное пособие. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2011. — 40 с.
ISBN 978-5-9994-0031-4

Наглядно представлены и описаны конструкции и даны технические характеристики электрических машин, применяемых на вагонах с различными системами электроснабжения. Содержатся сведения о принципах действия, назначении и области применения приведенных типов электродвигателей, генераторов, преобразователей, включая перспективные.

Предназначено для студентов техникумов и колледжей, обучающихся по специальности «Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог» специализации «Установки и электрические аппараты вагонов», будет полезно студентам вузов соответствующих специальностей и для профессиональной подготовки работников железнодорожного транспорта, а также специалистам по обслуживанию и ремонту электрического оборудования пассажирских и рефрижераторных вагонов.

УДК 629.45/.46.083:621.313
ББК 39.24

ISBN 978-5-9994-0031-4

Подписано в печать 09.12.2011 г.
Формат 84×60/4. Печ. л. 10,0. Тираж 1380 экз. Заказ № 77
ФГБОУ «Учебно-методический центр
по образованию на железнодорожном транспорте»
105082, Москва, ул. Бакунинская, д. 71
Тел.: +7(495)739-00-30,
e-mail: marketing@umczdt.ru;
http://www.umczdt.ru
Отпечатано в ЗАО «Гриф и К» 300062, г. Тула, ул. Октябрьская, д. 81А

ООО «Пиар-Пресс»
117525, Москва, ул. Днепропетровская, д. 7, корп. 1

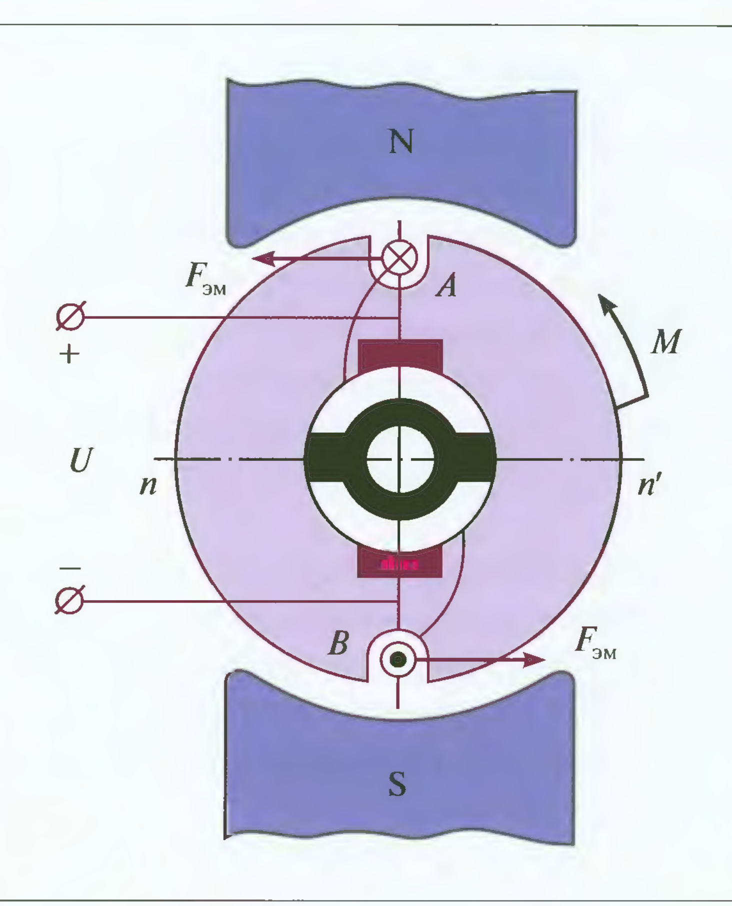
Введение

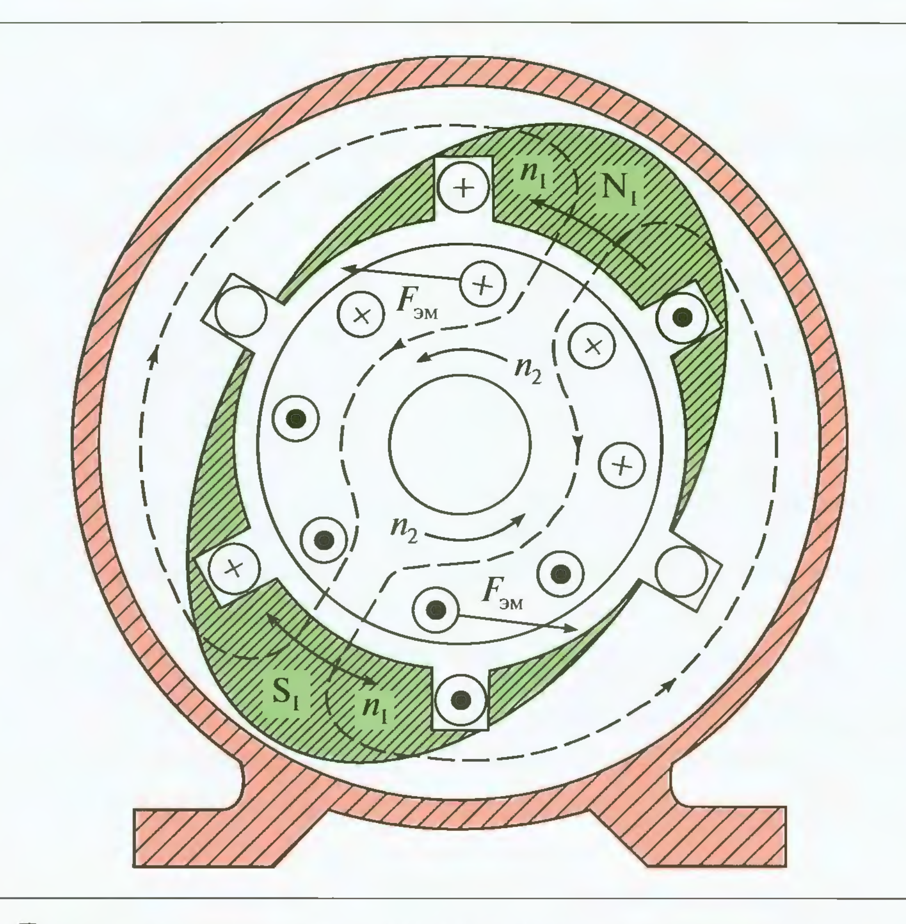
Применяемые на подвижном составе электрические машины различны по назначению, принципу работы, конструкции, мощности, габаритам и другим техническим данным. Все электрические машины подразделяются на генераторы, электродвигатели и электромашинные преобразователи. В пассажирских вагонах с автономной системой электроснабжения генераторы приводятся во вращение от оси колесной пары. На рефрижераторном подвижном составе — от специального установленного двигателя внутреннего сгорания (дизель-генераторного агрегата). В поездах с централизованной системой электроснабжения от вагона-электростанции, например поезд «Аврора», генератор вращается от синхронного электродвигателя, получающего питание от контактной сети через специальный преобразователь.

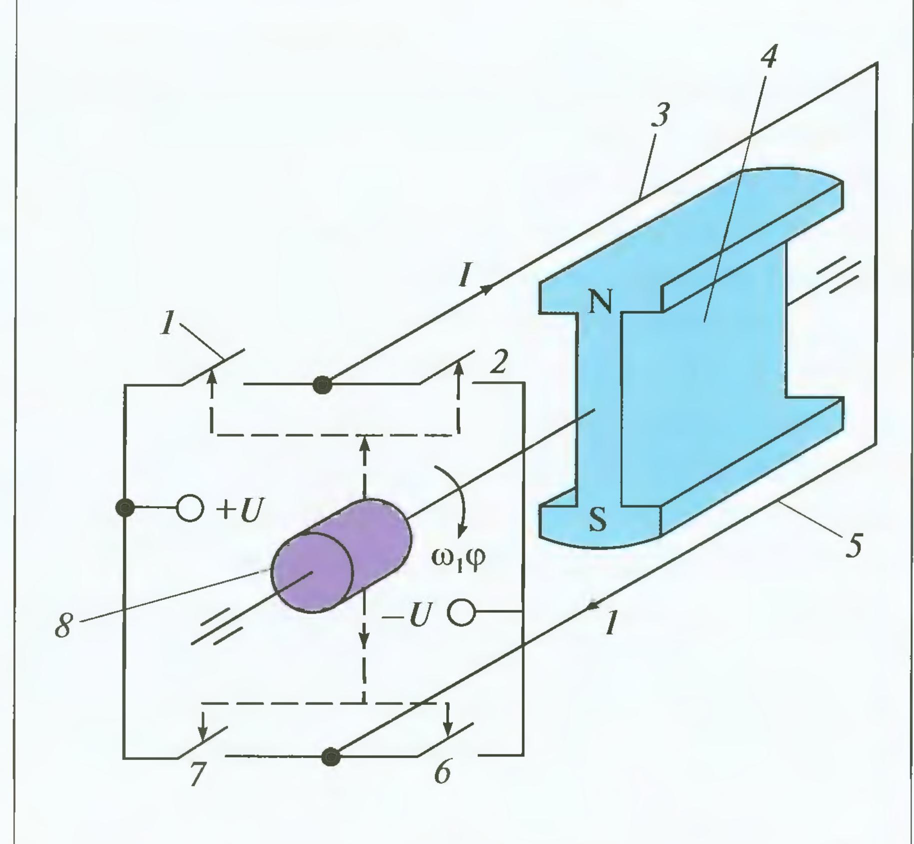
Электрические двигатели применяются в качестве приводов различных систем, для вращения вентиляторов, насосов, компрессоров холодильных машин и так далее. Применяются коллекторные электродвигатели постоянного тока (на вагонах с автономной системой электроснабжения); бесколлекторные переменного тока асинхронные (на вагонах рефрижераторного подвижного состава, на вагонах с централизованной системой электроснабжения, а в настоящее время в связи с применением инверторов и на вагонах с автономной системой электроснабжения); бесколлекторные переменного тока синхронные (на вагонах-электростанциях поезда «Аврора» в системе электромашинного агрегата). Применяются электродвигатели как с фланцевым креплением, так и с опорами на лапы. Габариты применяемых электрических машин определяются местом расположения на вагоне, весом и другими характеристиками.

Электромашинные преобразователи состоят из двух электрических машин: электрического двигателя напряжения одного рода и величины и генератора, вырабатывающего напряжение другого рода и величины. Роторы этих машин монтируются на одном валу и могут размещаться в одном корпусе. При включении в сеть электрический двигатель вращает ротор генератора, и генератор вырабатывает электрическую энергию.

Принципы действия электрических двигателей







Принцип работы электрического двигателя постоянного тока основан на взаимодействии проводника с током и магнитного поля. Направление выталкивающей силы определяют по правилу «левой руки» — руку надо расположить так, чтобы магнитные силовые линии входили в ладонь, четыре вытянутых пальца были направлены вдоль проводника по направлению тока, тогда отогнутый на 90° большой палец покажет направление выталкивающей силы $F_{эм}$, которая, действуя на проводники (*A* и *B*), создает вращающий момент *M*. При нахождении проводников обмотки якоря на геометрической нейтрали «*n*—*n'*» электромагнитные силы $F_{эм} = 0$. После поворота якоря на угол 180° электромагнитные силы не изменят своего направления, так как одновременно с переходом каждого проводника обмотки якоря из зоны одного магнитного полюса в зону другого в этих проводниках меняется направление тока из-за перехода щеток на другие пластины коллектора.

В асинхронном электродвигателе на статоре располагается обмотка, состоящая из трех катушек, которые размещаются равномерно по окружности статора и сдвинуты друг от друга на угол 120°. Катушки соединяются по схеме «звезда» или «треугольник» и подключаются к сети трехфазного тока. Обмотка ротора выполняется короткозамкнутой в виде беличьей клетки. При включении обмотки статора в трехфазную сеть возникает вращающееся магнитное поле n_1 (полюсы N_1 и S_1), которое наводит в обмотке ротора ЭДС. Обмотка ротора замкнута, поэтому ЭДС ротора создает в стержнях обмотки ротора токи. Взаимодействие этих токов с полем статора создает на роторе электромагнитные силы $F_{эм}$, направление которых определяется правилом «левой руки». Вращающий момент, созданный этими силами, вращает ротор со скоростью n_2.

Синхронный двигатель с электронным коммутатором: ротор *4* (на рисунке в виде постоянного магнита) имеет датчик положения вала *8*, подающий управляющие сигналы на коммутатор, который выполнен на четырех управляемых ключах *1*, *2*, и *6*, *7* и связан с источником постоянного напряжения *U*. Обмотка статора представлена двумя проводниками *3* и *5* в виде рамки. По сигналам датчика с помощью ключей происходит коммутация тока в обмотке статора. Для протекания тока по проводникам *3* и *5* в указанном на рисунке направлении должны быть замкнуты ключи *1* и *6*. В результате взаимодействия магнитного поля ротора с током *I* в проводниках *3* и *5* на ротор будет действовать вращающий момент, поворачивающий его в соответствии с правилом левой руки по часовой стрелке.

Технические данные двигателя типа ЕВ 5 А/1

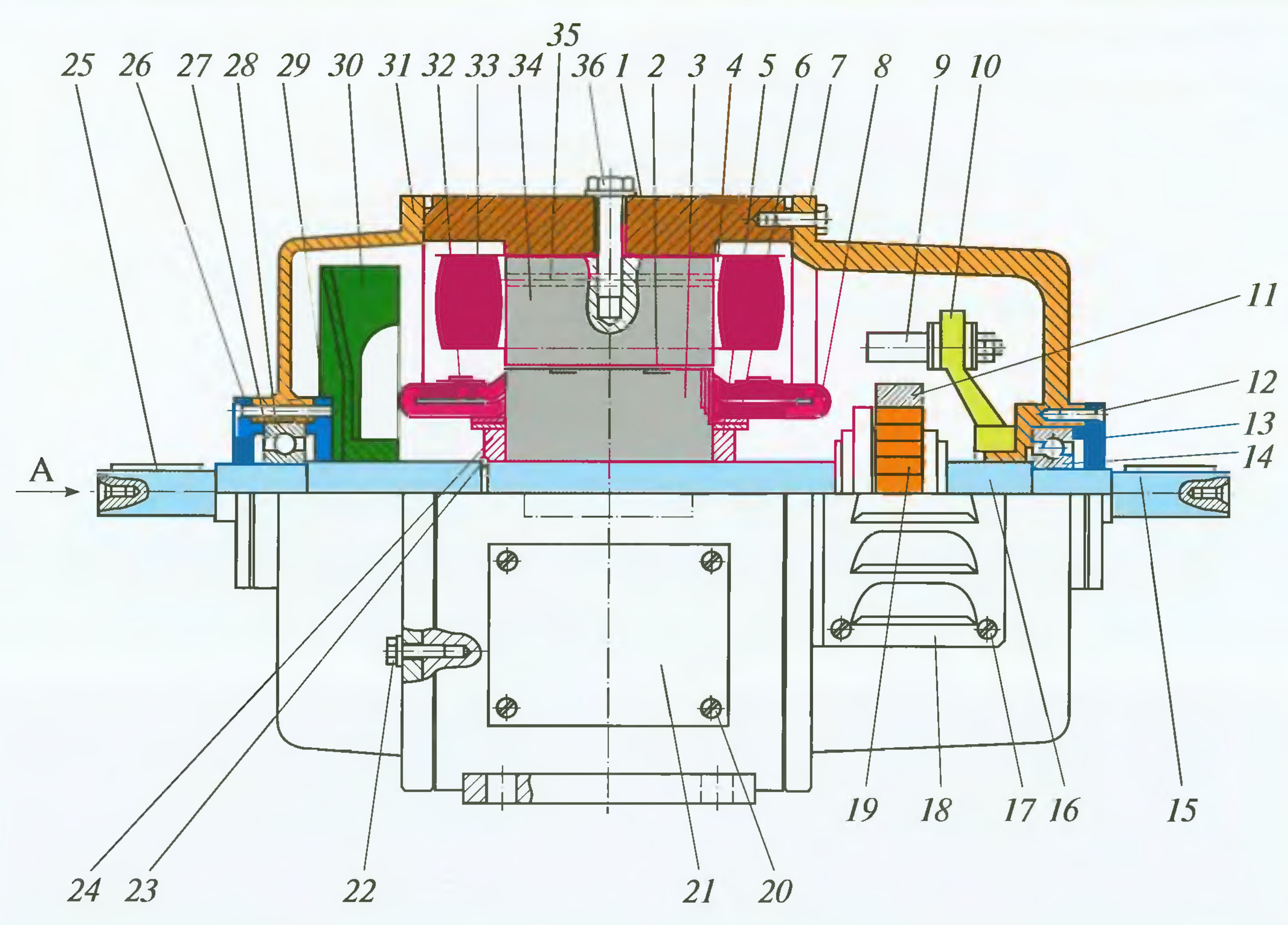
В системе вентиляции пассажирского вагона немецкой постройки серии 47к/к RIC160 применяется шунтовой двигатель постоянного тока ЕВ 5 А/1. Двухполюсный шунтовой двигатель типа ЕВ 5 А/1 служит для привода вентилятора системы принудительной вентиляции. На двух свободных концах вала располагаются два рабочих колеса вентилятора. Разновидность этого двигателя, отличительной особенностью которого является один свободный конец вала, применяется в установках кондиционирования воздуха типа MAB.

Тип двигателя	ЕВ 5 А/1
Мощность, кВт	0,9
Напряжение, В	60
Ток, А	19
Частота вращения, об/мин	10 003
Ступени частоты вращения, об/мин	430/740/1300
Вид возбуждения	Последовательное или параллельное
Масса, кг	60
Направление вращения	В обе стороны

Общий вид вентиляционного агрегата с двигателем типа ЕВ 5 А/1



Конструкция двигателя постоянного тока типа ЕВ 5 А/1



Двигатель состоит из следующих основных узлов: корпуса *1* с главными полюсами *34* и катушками возбуждения *33*; якоря, выполненного из пакета листовой стали *3*; обмотки якоря *8* с коллектором *19* и алюминиевой крыльчаткой вентилятора *30*, закрепленных на валу *16* (обмотка якоря *8* изолирована от якоря полиамидной лентой *6*); подшипниковых щитов *31* и *7* вместе со щеточной траверсой *10*, щеткодержателем *9* и щетками *11*. Для опоры вала используются два радиальных подшипника *14* и *28*. Главные полюса *34*, длиной 90 мм, набраны из пластин (спрессованы и склепаны заклепками *35*) и вставлены в корпус из серого чугуна *1*, который одновременно представляет собой ярмо. Полюса крепятся с помощью болтов с шестигранной головкой *36*. На корпусе с помощью болтов *22* крепятся подшипниковые щиты. Вокруг полюсов расположены катушки возбуждения, изолированные электрокартоном *4*, покрытым лаком. В клеммной коробке *21* размещены помехоподавляющий блок и клеммная колодка с 4 клеммами. Крышка клеммной коробки крепится с помощью винтов *20*. Якорь набран из пластин *3* шириной 90 мм, имеет 20 пазов для обмотки *8*. Обмотка *32* и пакеты листовой стали крепятся с помощью бандажей из стальной проволоки *2*. Сдвиг пакетов предотвращают кольца *5*, *24* и распорное кольцо *23*. Катушки *8* и *33* изготовлены из медной эмалированной проволоки с изоперлоновой изоляцией. Вид обмотки якоря — шаблонная петлевая. Катушки возбуждения соединены параллельно с якорем и последовательно между собой (шунтовое включение). Коллектор *19* состоит из 60 пластин. Миканитовая изоляция между пластинами углублена на 1 мм. Для охлаждения на щите *7* с помощью винтов *17* крепится лист с отверстиями *18*. На подшипниковом щите *31* и *7* подшипники крепятся крышками *13*, *26*, *29* (с помощью болтов *12* и *27*), в которых находятся камеры для смазки. Колеса вентиляторов крепятся на валу с помощью шпонок *25* и *15*. Нормальное направление вращения левое, т.е. против часовой стрелки (со стороны привода — сторона А).

Технические данные электродвигателей типов 87/60 и 119/45

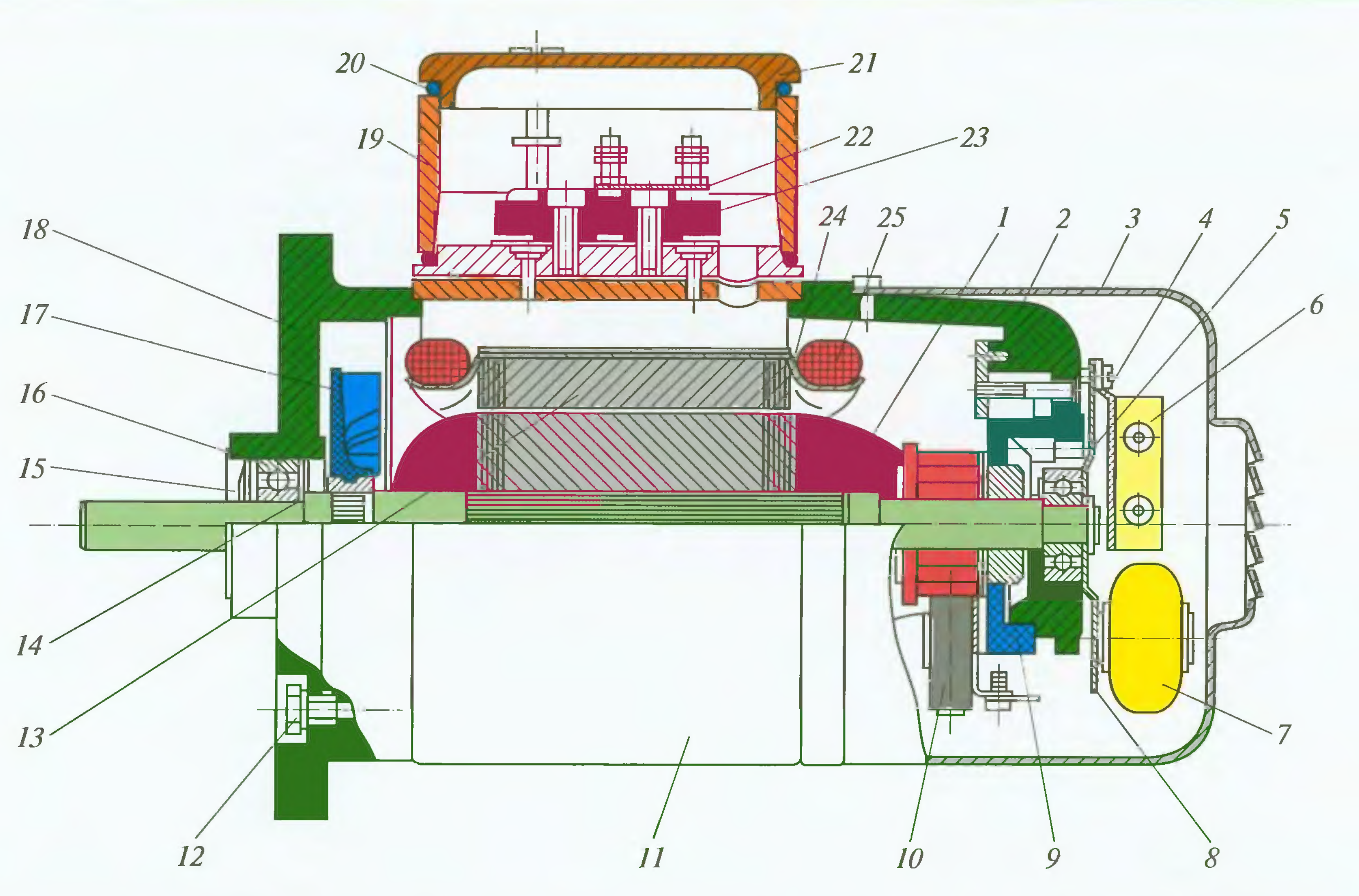
Для приводов вентиляторов батарейных ящиков применяются коллекторные фланцевые двигатели постоянного тока типов 87/60 и 119/45 различных модификаций.

Для лучшего крепления двигателей на различных приборах подшипниковый щит со стороны привода оборудуется выступающим фланцем. Эти двигатели являются относительно небольшими и в связи с широкой областью применения выполняются различных типов и для различных напряжений.

Все типы двигателей оборудованы принудительной вентиляцией с помощью встроенного вентилятора. В таблице представлены модификации двигателей типа 87/60.

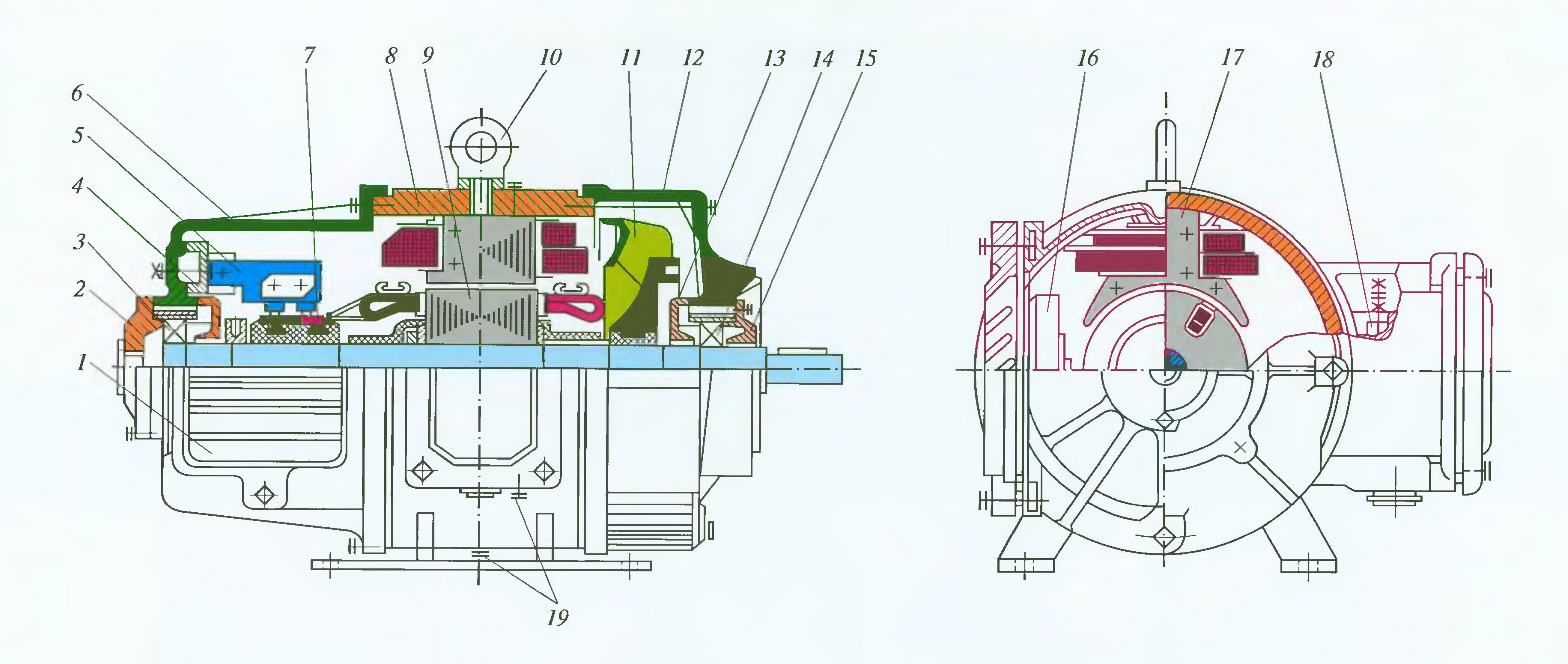
Модификации двигателей	1235.3	1235.3/1	1235.3/2	1235.3/3	1245.3
Мощность, кВт	63	40	63	40	160
Напряжение, В	110	110	54	54	54
Ток, А	0,9	0,75	1,8	1,3	4,8
Частота вращения, об/мин	3000	2000	3000	2000	8000
Вид возбуждения	Параллельное			Смешанное	
Вес, кг	3			5,7	
Направление вращения	В обе стороны				

Конструкция двигателя постоянного тока типа 87/60



Электродвигатель состоит из следующих основных элементов: *1* — ротор, выполненный из вала, пакета листовой стали, коллектора и обмотки, расположенной в пазах пакета сердечника (концы обмотки припаиваются к коллекторным пластинам); *11* — корпус с полюсами *13* и обмотками возбуждения *25*. Пакет сердечника полюса состоит из листов динамной стали. Обмотки возбуждения имеют изоляцию из электрокартона *24*. К корпусу крепятся подшипниковые щиты со стороны привода *18*, со стороны коллектора *2* с помощью болтов *12*. Корпус и подшипниковые щиты выполняются из алюминия способом литья в кокиль. В подшипниковые щиты устанавливаются радиальные подшипники — со стороны привода *16*: для модификации двигателей 1235 — № 29, для модификации 1245 — № 201; со стороны коллектора *5* — соответственно № 27 и № 29. Подшипники закрыты крышками *14*, *15*. На подшипниковом щите со стороны коллектора крепится щеточная траверса *9*, к которой приклепаны две щеточные направляющие для щеток *10*. На наружной части подшипникового щита траверсами *8* и *4* укреплены элементы для защиты от радиопомех *6*, *7*. К подшипниковому щиту крепится защитный кожух *3* с отверстиями для вентиляции, который защищает элементы от внешних воздействий. Охлаждение двигателя принудительное, с помощью вентилятора *17*. Подключение двигателя осуществляется с помощью болтов *22* клеммной колодки *23*. Колодка располагается в клеммной коробке *19* и закрыта крышкой *21* с прокладкой *20*. Клеммная коробка *19* защищает место соединения от внешних влияний, часть ее выполнена вращаемой, так что при подключении имеется возможность изменения направления введения кабеля на 360°.

Конструкция двигателя постоянного тока серии «П»



1 — крышка; *2, 4, 13, 15* — лабиринт; *3, 14* — подшипник; *5* — щеточная траверса; *6, 12* — подшипниковый щит; *7* — коллектор; *8* — станина; *9* — якорь; *10* — рым-болт (кроме П11М, П12М); *11* — вентилятор; *16* — добавочный полюс; *17* — главный полюс; *18* — конденсатор; *19* — болт заземления

По способу возбуждения электродвигатели изготовляются со смешанным, параллельным или последовательным возбуждением, генераторы — с самовозбуждением. По способу монтажа, расположению и числу свободных концов вала электродвигатели выполняются:

а) с одним или двумя концами вала;

б) с горизонтальным или вертикальным валом;

в) со станиной на лапах или без лап;

г) с фланцевым щитом со стороны, противоположной коллектору, или со щитом без фланца.

По способу охлаждения электродвигатели изготовляют:

а) с самовентиляцией;

б) с естественным охлаждением.

Технические данные двигателя серии «П»

На вагонах постройки Тверского вагоностроительного завода применяются электрические машины постоянного тока серии «П» в качестве приводов насосов отопления, вентиляции подвагонных ящиков и т.д. Машины постоянного тока серии «П» (1—3 габаритов) предназначены для длительного, кратковременного и повторно-кратковременного режимов работы. Машины изготовляются для работы при температуре окружающей среды от –40 до +40 °С, относительной влажности (95±3) % при температуре (20±5) °С и при повышенных ударных сотрясениях и вибрациях. Машины типов П11М, П12М, П21М, П22М, П31М, П32М выполнены в защитном исполнении. Машины типов П21М—П32М обратимые и в соответствующих схемах могут работать в режиме генераторов.

Тип двигателя	П11М, П12М	П21М—П32М
Мощность, кВт	0,14—4,2	
Напряжение, В	50—110	
Частота вращения, об/мин	750, 1000, 1500, 3000	
Направление вращения	Указано стрелкой на корпусе	

Технические данные асинхронных двигателей

На вагонах с централизованным электроснабжением от вагона-электростанции и на вагонах с автономной системой электроснабжения с установками кондиционирования воздуха (УКВ) серии ЭВ10.026 и ЭВ10.029, а также на современных вагонах серий ЭВ44.03; ЭВА110.016 применяются асинхронные двигатели.

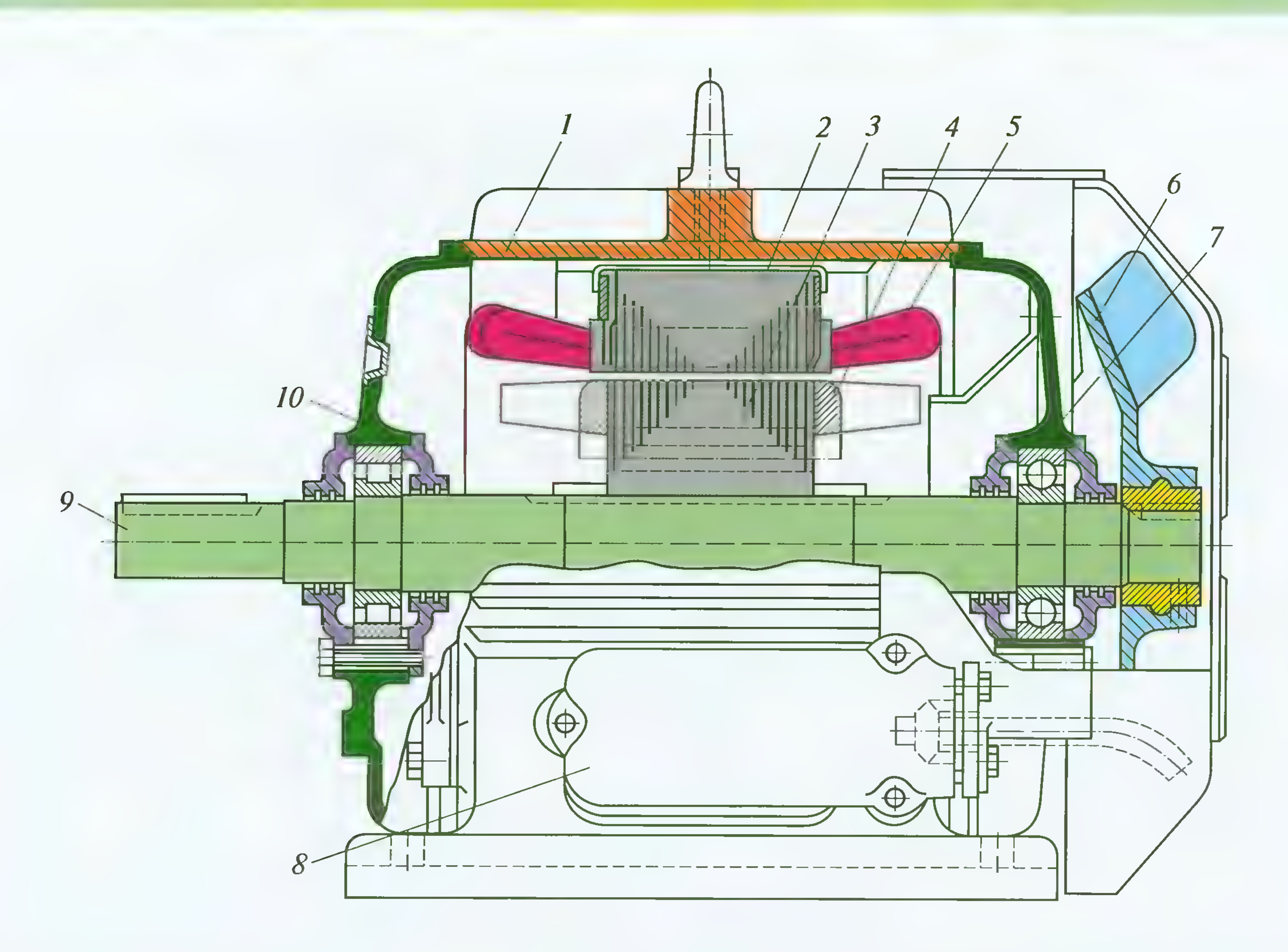
Асинхронный двигатель состоит из двух основных частей, разделенных воздушным зазором: неподвижного статора и вращающегося ротора. При этом обмотка статора включается в сеть и является первичной, а обмотка ротора — вторичной, так как энергия в нее поступает из обмотки статора за счет магнитной связи между этими обмотками. Асинхронные электродвигатели, применяемые на подвижном составе, отличаются габаритами, мощностью и скоростью вращения. Применяются в основном для приводов механизмов с неизменной частотой вращения, хотя существуют схемы изменения и регулировки скорости вращения асинхронных двигателей. Асинхронные двигатели выпускаются сериями. Серия электрических машин представляет собой ряд машин возрастающей мощности, имеющих однотипную конструкцию и удовлетворяющих общему комплексу требований.

Тип электродвигателя серии А2	$N_{ном}$, кВт	n, об/мин	$\frac{M_{нач}}{M_{ном}}$	Тип электродвигателя серии АО2	$N_{ном}$, кВт	n, об/мин	$\frac{M_{нач}}{M_{ном}}$
А2-61-2 А2-62-2	17 22	2910	1,2 1,1	АО2-11-2 АО2-12-2	0,8 1,1	2830	1,9
А2-71-2 А2-72-2	30 40	2920	1,1 1,0	АО2-21-2 АО2-22-2	1,5 2,2	2840	1,8
А2-81-2 А2-82-2	55 72	2940	1,0	АО2-31-2 АО2-32-2	3 4	2880	1,7
А2-91-2 А2-92-2	100 125	2950	1,0	АО2-41-2 АО2-42-2	5,5 7,5	2900 2910	1,6
А2-61-4 А2-62-4	13 17	1450	1,5 1,2	АО2-51-2 АО2-52-2	10 13	2910 2920	1,5
А2-71-4 А2-72-4	22 30	1450	1,1	АО2-61-2	17	2920	1,2
А2-81-4 А2-82-4	40 55	1470	1,0	АО2-71-2 АО2-72-2	22 30	2930	1,1

Разрез асинхронного двигателя переменного тока



Конструкция асинхронного двигателя переменного тока



Электродвигатель состоит из неподвижной части — статора и вращающегося ротора, разделенных воздушным зазором. Статор состоит из корпуса *1* и сердечника *2* с трехфазной обмоткой *5*. Корпус двигателя отливают из алюминиевого сплава, чугуна или стали. Корпус имеет ряд продольных ребер для охлаждения. В корпус запрессован сердечник *2* статора. Отштампованные листы из электротехнической стали толщиной 0,5 мм покрыты слоем изоляционного лака, после чего собраны в пакет и скреплены специальными скобами или сварными швами по наружной поверхности пакета. Такая конструкция сердечника способствует значительному уменьшению вихревых токов, возникающих в процессе перемагничивания сердечника магнитным полем. В сердечнике сделаны пазы, в которые укладывается трехфазная обмотка. С торцов корпус закрыт подшипниковыми щитами *10* и *7*. В щитах расположены подшипники, на которые опирается вал ротора *9*. На вал напрессован сердечник *3* с обмоткой «беличья клетка» *4*. Охлаждение двигателя осуществляется с помощью центробежного вентилятора *6*, который напрессован на вал ротора и закрыт кожухом. Концы обмоток статора выводятся в коробку *8* на специальную панель или зажимной щиток. Выводы обмоток фаз располагаются так, чтобы соединение обмоток в «звезду» или «треугольник» было удобно производить с помощью перемычек, без их перекрещивания. В некоторых двигателях в коробке имеются только три вывода. В этом случае двигатель подготовлен к включению на одно напряжение (соединение «звездой» или «треугольником» выполнено внутри двигателя).

Технические характеристики синхронного двигателя

Кроме бесколлекторных машин переменного тока асинхронных применяются и синхронные электродвигатели. Синхронными они называются потому, что имеют одинаковые скорости вращения ротора и магнитного поля. Отличаясь рабочими свойствами, эти машины имеют конструктивное сходство, и в основе теории их работы лежат общие вопросы. Синхронные машины обладают свойством обратимости, т.е. каждая из них может работать как в режиме генератора, так и в режиме двигателя. Синхронные двигатели конструктивно почти не отличаются от синхронных генераторов. Они также состоят из статора с обмоткой и ротора с явно выраженными полюсами, на которых находятся обмотки возбуждения. Независимо от режима работы любая синхронная машина нуждается в процессе возбуждения — наведении в ней магнитного поля.

Достоинствами синхронных двигателей являются высокие технико-экономические показатели: высокий коэффициент мощности — более 0,8; возможность регулирования перегрузочной способности посредством регулирования тока возбуждения, причем она меньше зависит от напряжения сети, чем в асинхронном двигателе. Недостатком следует считать сложность с обеспечением пуска синхронного электродвигателя. Применяются несколько способов пуска: с использованием вспомогательного двигателя постоянного тока, который разгоняет ротор ненагруженного синхронного двигателя до синхронной скорости, после чего осуществляется его синхронизация с сетью; с помощью асинхронного пуска — для его реализации на роторе двигателя укладывается дополнительная пусковая обмотка, выполненная аналогично короткозамкнутой обмотке асинхронного двигателя. Торможение синхронного двигателя осуществляется переводом его в генераторный режим.

Тип двигателя	СД 185-4 УХЛ2
Мощность, кВт	185
Напряжение, В	1170
Ток статора (в одной звезде), А	56
Частота тока, Гц	50
Частота вращения, об/мин	1500
Соединение фаз	Две «звезды», сдвинутые на 30° с выведенным нулем
Коэффициент мощности	0,88
КПД, %	91
Ток возбуждения при номинальной нагрузке, А	115
Напряжение возбуждения, В	20
Вес, кг	1530

Конструкция синхронного двигателя типа СД 185-4 УХЛ2

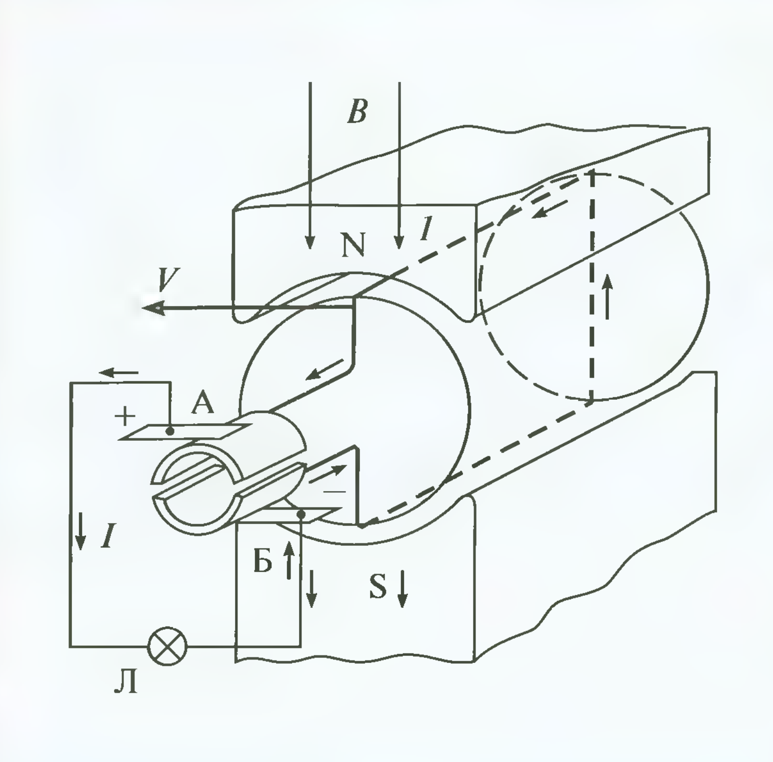
В вагонах-электростанциях № 77303 поезда «Аврора», которые предназначены для замены дизельных электростанций, устанавливаются два электромашинных агрегата. В состав каждого входит синхронный двигатель типа СД 185-4 УХЛ2 (С — синхронный, Д — двигатель, 185 — мощность в киловаттах, 4 — число полюсов, УХЛ — климатическое исполнение, 2 — категория размещения).

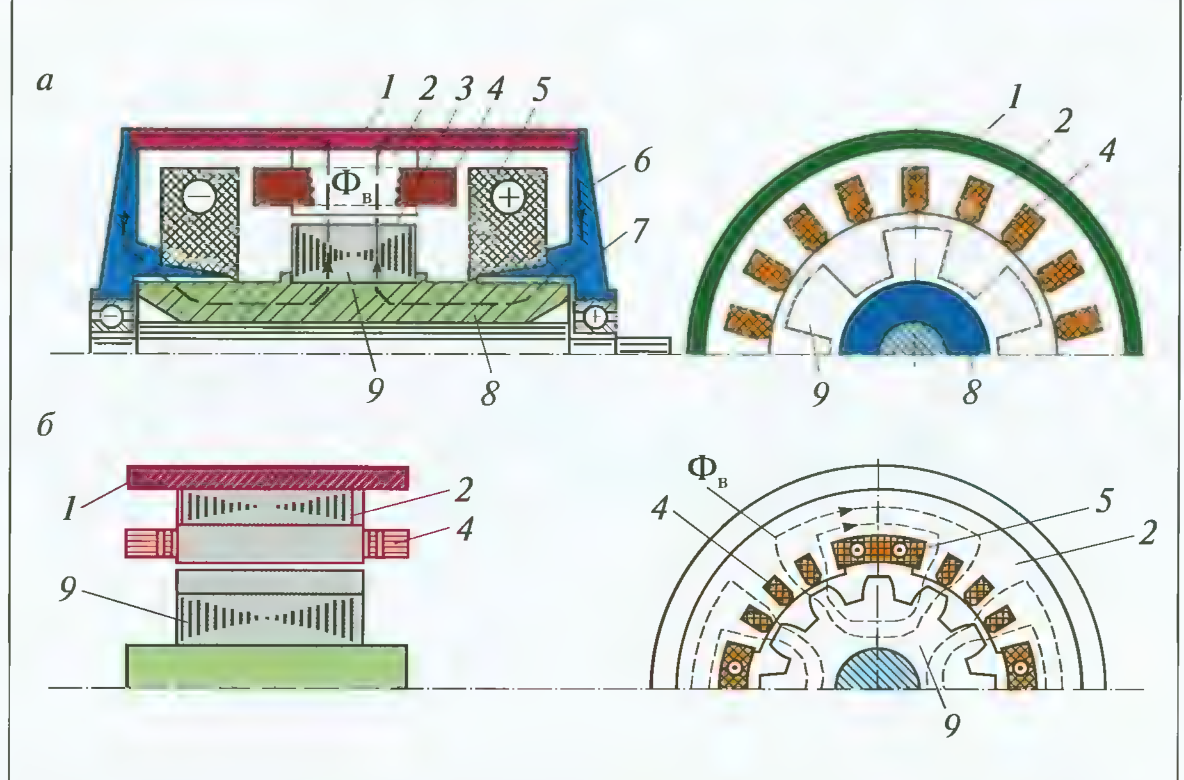
Двигатель предназначен для привода генератора ГСФ-200 и сопрягается с ним с помощью упругой пальцевой муфты. В состав двигателя входят: система возбуждения и датчик положения ротора. Питание двигатель получает от подвагонной магистрали 3000 В через преобразователь, который служит для преобразования постоянного напряжения контактной сети 3000 В в две системы трехфазных переменных напряжений величиной 1170 В для питания обмоток двигателя. На статоре двигателя расположены две трехфазные обмотки, которые сдвинуты относительно друг друга на 30°. Система возбуждения двигателя получает питание от генератора ГСФ-200. Ток возбуждения изменяется системой возбуждения при изменении нагрузки генератора в пределах от 100 до 130 А. Начальное возбуждение двигателя при запуске агрегата осуществляется от аккумуляторной батареи вагона напряжением 24 В.

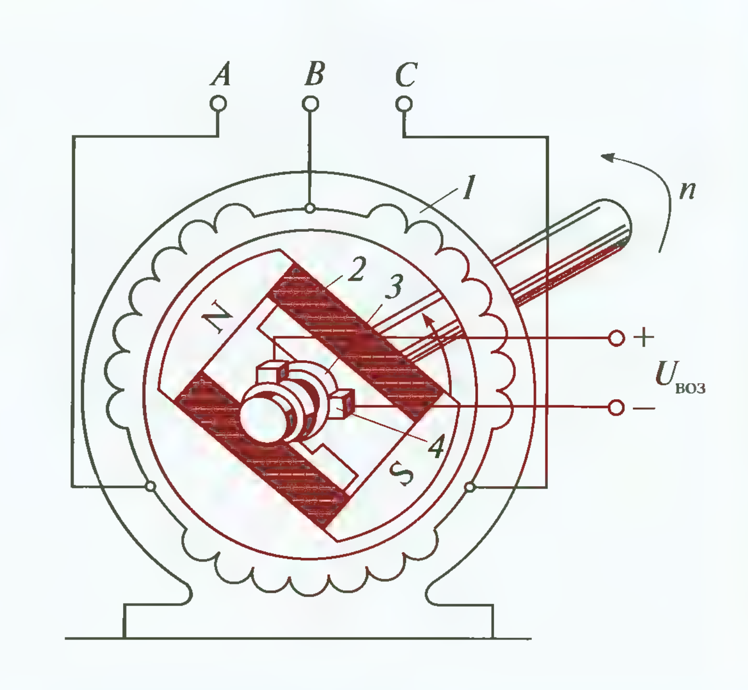
Исполнение двигателя горизонтальное, защищенное, с самовентиляцией, на двух подшипниковых щитах, с фланцем на одном щите, на приподнятых лапах, с одним коническим концом вала.

Конструкция синхронного электродвигателя типа СД 185-4 УХЛ2 ничем не отличается от конструкции синхронного генератора типа ГСФ-200, кроме выполнения и расположения обмоток статора (с двумя трехфазными обмотками, взаимно сдвинутыми по фазе на 30°) и числа витков токовой катушки силового трансформатора в системе возбуждения. Конструкция генератора ГСФ-200 рассматривается в разделе «Генераторы».

Принципы работы генераторов







Принцип работы генератора постоянного тока основан на законе электромагнитной индукции. Если проводник перемещать в магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции *B* с некоторой скоростью *V*, то в проводнике будет индуцироваться электродвижущая сила (ЭДС). Направление ЭДС определяют правилом «правой руки». Правую руку надо расположить так, чтобы магнитные силовые линии были направлены перпендикулярно ладони, а отогнутый на 90° большой палец был направлен по направлению движения проводника, тогда четыре вытянутых пальца покажут направление ЭДС. Если подсоединить выводы проводника в виде рамки к коллекторным пластинам А и Б, а к ним через щетки лампу Л, то при вращении рамки через лампу Л пойдет электрический ток *I* и лампа загорится.

Индукторные генераторы не имеют обмоток на роторе и контактных пластин и колец для подвода тока. Особенностью индукторных генераторов является ротор, который имеет зубчатую конструкцию. В зависимости от расположения обмотки возбуждения индукторные генераторы подразделяются на машины с осевым (*а*) и радиальным (*б*) возбуждением. При вращении ротора поток возбуждения $Ф_в$, проходящий через каждый зубец статора *2*, будет изменяться, так как магнитное сопротивление этому потоку меняется в зависимости от того, что находится против зубца статора — зубец или паз ротора. В результате в обмотках якоря будет индуцироваться ЭДС, направление которой определяется правилом «правой руки». В индукторном генераторе, в отличие от обычного синхронного генератора, магнитный поток, пронизывающий катушки обмотки якоря, не меняет своего знака, он лишь изменяется в пределах от $Ф_{макс}$ до $Ф_{мин}$.

Обозначения на рисунке: *1* — корпус; *2* — статор; *3* — воздушный промежуток; *4* — обмотка якоря; *5* — обмотка возбуждения; *6* — подшипниковые щиты; *7* — приливы катушек; *8* — вал; *9* — зубчатый ротор

Синхронный генератор имеет обмотку на роторе *2*, предназначенную для создания магнитного поля возбуждения. Эта обмотка подключается к источнику постоянного тока $U_{воз}$ через скользящие контакты, осуществляемые посредством двух контактных колец *3*, расположенных на валу и изолированных от вала и друг от друга, и две неподвижные щетки *4*. Якорные обмотки располагаются неподвижно на статоре *1*, обмотки одинаковые по назначению и сдвинуты на 120°. Ротор приводится во вращение вместе с обмоткой, создающей магнитное поле с синхронной частотой *n*. Магнитное поле тоже вращается с частотой *n* и индуцирует в трехфазной обмотке якоря переменные ЭДС, так как каждая обмотка якоря попеременно оказывается то в зоне северного магнитного поля, то в зоне южного магнитного поля обмотки возбуждения.

Технические данные генератора электромашинного преобразователя типа DUGG-28 B

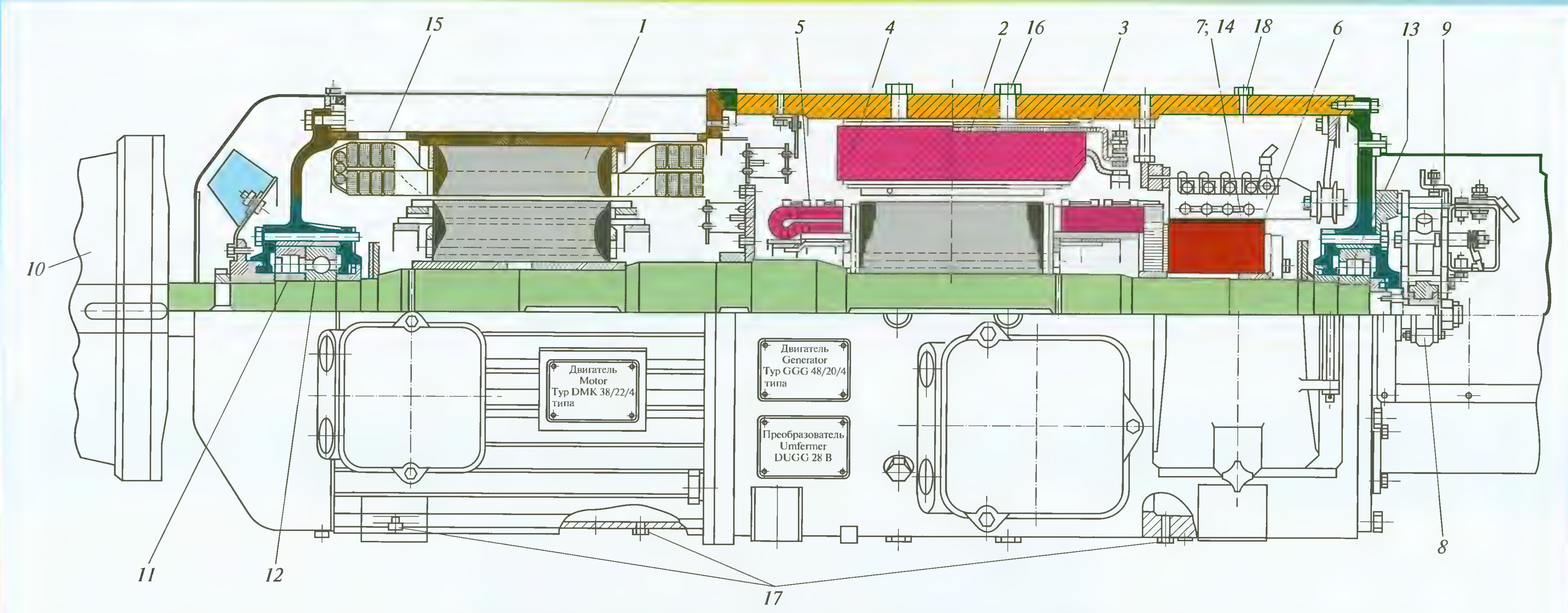
На пассажирских вагонах с установками кондиционирования воздуха немецкой постройки для обеспечения работы электрооборудования в качестве источника электроэнергии применяются преобразователи типа DUGG-28 B, представляющие собой двухмашинный агрегат, состоящий из электродвигателя трехфазного тока и электрического генератора постоянного тока с переключателем полюсов. Генератор и электродвигатель выполнены в виде единого блока и расположены в одном корпусе, имеют общий вал и представляют собой единую электрическую машину.

Параметры	Генератор	Двигатель
Тип	DUGG 48/20/4	DMK38/22/4
Мощность (привод от оси колесной пары), кВт	22,3/28	—
Мощность (привод от электродвигателя), кВт	23,5	28
Напряжение, В	110/138	220/380
Частота, Гц	—	50
Номинальный ток, А	203	97
Ток возбуждения, А	4,0—0,3	—
Пусковой ток, А	—	$5 \times I_{ном}$
Частота вращения (привод от оси вагона), об/мин	600/700—3000	
Частота вращения (привод от электродвигателя), об/мин	1440	
Вес преобразователя, кг	1200	

Общий вид генератора типа DUGG-28 B



Конструкция генератора электромашинного преобразователя типа DUGG-28 В



Главными частями генератора являются статор электродвигателя *1*, состоящий из кольцеобразных листов динамной стали, на четырех полюсах располагаются катушки статора *15*, генератор четырехполюсный с шунтовой *2* и сериесной *3* обмотками. Каждый из полюсов крепится с помощью двух болтов с шестигранными головками *16*. Кроме главных полюсов генератор имеет четыре добавочных полюса с добавочными обмотками *4*. Обмотка ротора *5* уложена в пазы ротора. Защита обмоток от центробежных сил и смещения обеспечивается с помощью бандажа из стальной проволоки. Обмотка пропитана лаком. Концы обмоток ротора выведены к пластинам коллектора *6*. К коллектору прижимаются щетки *7*, установленные в щеткодержателе *14*. Поворотная траверса переключателя полюсов *9* производит переключение контактов *8* при изменении направления вращения. С помощью центробежной муфты *10* преобразователь соединяется с приводом. В подшипниковом щите со стороны двигателя ротор опирается на два подшипника: шариковый *12* и роликовый *11*. Со стороны генератора ротор опирается на один роликовый подшипник *13*. Для слива конденсата предусмотрены пробки *17*; для заземления корпуса — болт *18*.

Переключатель полюсов обеспечивает неизменную полярность на присоединительных зажимах генератора при изменении направления вращения ротора преобразователя при изменении направления движения поезда. Он в виде единого узла установлен на подшипниковой крышке со стороны генератора и закрыт защитным колпаком. Рычаг переключателя полюсов приводится в действие кулачком, смонтированным на конце вала генератора.

Технические данные генераторов типов 2ГВ-003, 2ГВ-008.6У1, ЭГВ 01.2У1

В системах электроснабжения пассажирских вагонов ЭВ-10 различных модификаций применяется генератор переменного тока типа 2ГВ-003. Он представляет собой двенадцатиполюсную машину закрытого исполнения осевого возбуждения. Генератор питает все электрические нагрузки вагона выпрямленным, через выпрямители, постоянным током. На некоторых вагонах применяется система электроснабжения ЭВ-10.02.29, отличающаяся от предыдущих систем ЭВ-10 применением в них генераторов типов 2ГВ-008.6У1 и ЭГВ 01.2У1, называемых «тихоходными». Конструкции этих генераторов имеют незначительные отличия от генератора 2ГВ-003: ротор имеет 7 зубцов и впадин, т.е. 14 полюсов. На статоре располагаются 3 обмотки: основная, вольтодобавочная и дополнительная.

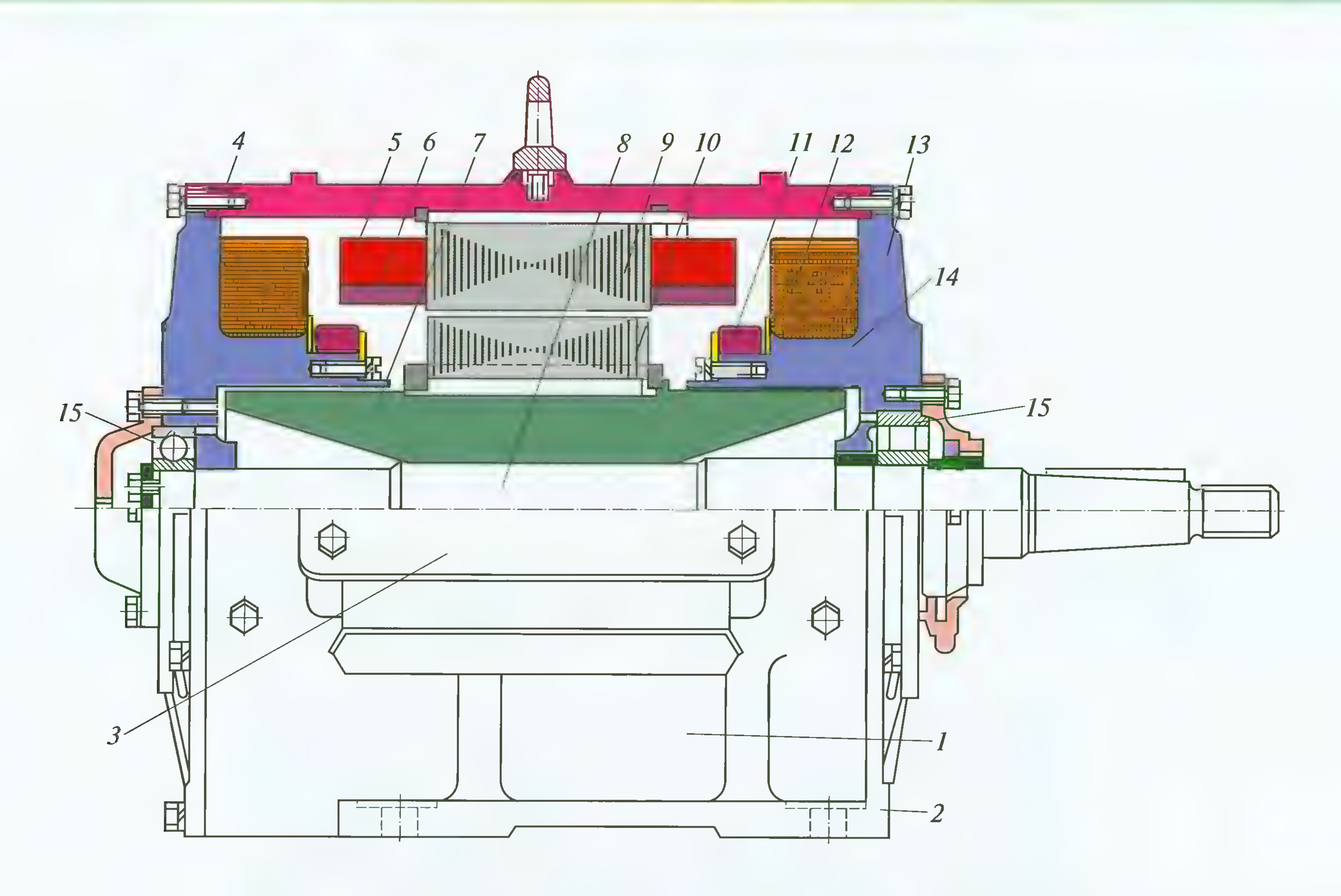
Сравнительные данные генераторов представлены в таблице. В числителе — данные для основной обмотки якоря, в знаменателе — для дополнительной.

Параметры	Типы генераторов		
	2ГВ-003	2ГВ-008.6У1	ЭГВ 01.2У1
Мощность, кВ·А	9,45/0,75	8,2/1,7	8,95/1,05
Напряжение, В	45/24	43/19	45/30
Ток, А	121/31	110/45	115/35
Число фаз	3/1	3/1	3/1
Частота вращения, об/мин	1000—4000	550—2500	700—2500
Режим работы	Продолжительный	Продолжительный	
Диапазон изменения частоты тока, Гц	100—400	65—300	80—300
Масса, кг	260	300	280
Мощность на выходе выпрямителя, кВт	8	8	8

Генератор типа 2ГВ-003 с демонтированным ротором



Конструкция генератора переменного тока типа 2ГВ-003



Генератор имеет корпус *1* с лапами *2* для монтажа генератора под вагоном на тележке. На остове находятся ребра для воздушного охлаждения генератора потоком воздуха при движении вагона. Статор *9* выполнен из листов электротехнической стали, изолированных лаковой пленкой, и запрессован в корпус. Статор имеет 18 пазов, в которые уложены катушки *5* и *6* обмотки якоря (основная трехфазная *5* и вольтодобавочная однофазная *6*, имеющая вывод от середины). Выводы от обмоток якоря подключены к зажимам панели, установленной в коробке *3*. Подшипниковые щиты *4* и *13*, имеющие снаружи ребра для охлаждения, крепятся к корпусу болтами, в них установлены подшипники качения *15*. Кольцевые приливы щитов *14* служат для установки двух пар последовательно соединенных катушек обмотки возбуждения — параллельной *12* и последовательной *11*. Ротор генератора выполнен в виде сердечника *10*, собранного из листов электротехнической стали, изолированных друг от друга лаковой пленкой. Он имеет 6 зубцов, т.е. 12 полюсов. Сердечник ротора напрессован на втулку *7*, укрепленную на валу *8* ротора. Втулка ротора является частью магнитопровода генератора и должна иметь достаточно большое сечение. В генераторе кольцевые приливы *14* подшипниковых щитов также имеют большое сечение, так как через них тоже проходит магнитный поток возбуждения.

Технические данные генераторов типов ЭГВ.08.У1, ЭГВ-32, DCG-4435

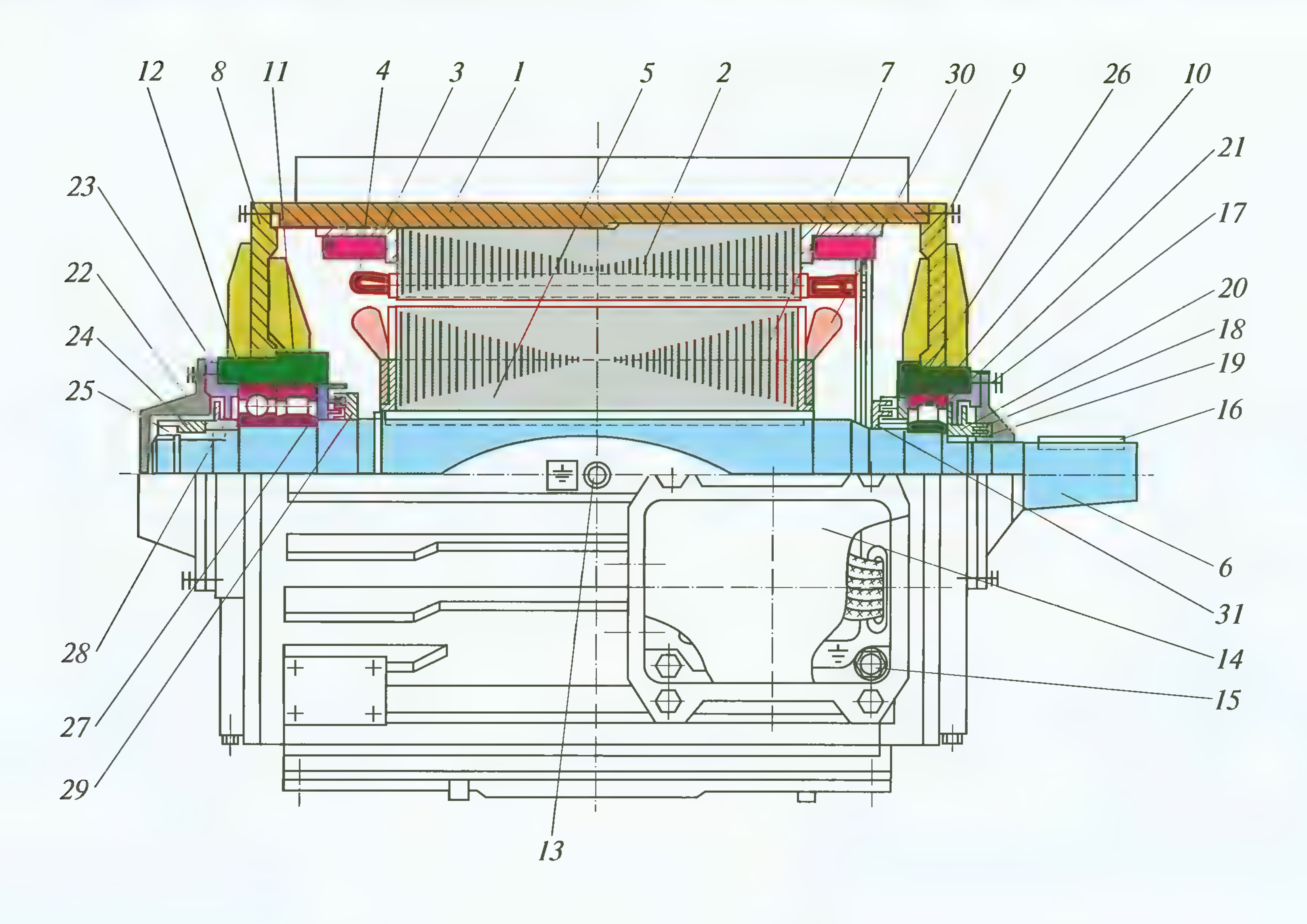
На вагонах с индивидуальной системой электроснабжения новых моделей (базовая модель 61-4179) применяются генераторы типов ЭГВ.08.У1 и ЭГВ-32. Генераторы радиального возбуждения, работающие в обоих направлениях. Во время движения вагона генераторы охлаждаются по ребристой поверхности потоком воздуха. Внутри генераторов воздушный поток проходит в зависимости от направления вращения ротора от листового пакета через отверстия корпуса, через полые ребра к противоположной стороне корпуса — у генератора ЭГВ.08.У1 с помощью лопаток на концах ротора; у генератора ЭГВ-32 на конце вала, противоположном рабочему концу, дополнительно установлен вентилятор, закрытый защитным колпаком. На вагонах немецкой постройки в генераторной установке типа RGA5-32 применяется генератор типа DCG- 4435. Генератор безщеточный трехфазного тока, индукторный, радиального возбуждения, мощностью 32 кВт. Сравнительные данные генераторов представлены в таблице.

Параметры	Типы генераторов		
	ЭГВ-32	ЭГВ.08.У1	DCG-4435
Мощность, кВ·А	35	35	34
Напряжение, В	116—92	116—92	116
Ток, А	174—220	174—220	170
Часовая мощность, кВ·А	40	40	37
Ток при часовой мощности, А	200—251	200—251	270
Напряжение возбуждения, В	140	140/110	140
Ток возбуждения, А	5	5	5
Номинальная частота тока, Гц	150—690	200—700	200—680
Частота вращения, об/мин	750—3450	1000—3500	1000—3400
Число фаз	3	3	3
Масса, кг	670	720	700

Генератор типа ЭГВ-32 с демонтированным подшипниковым щитом



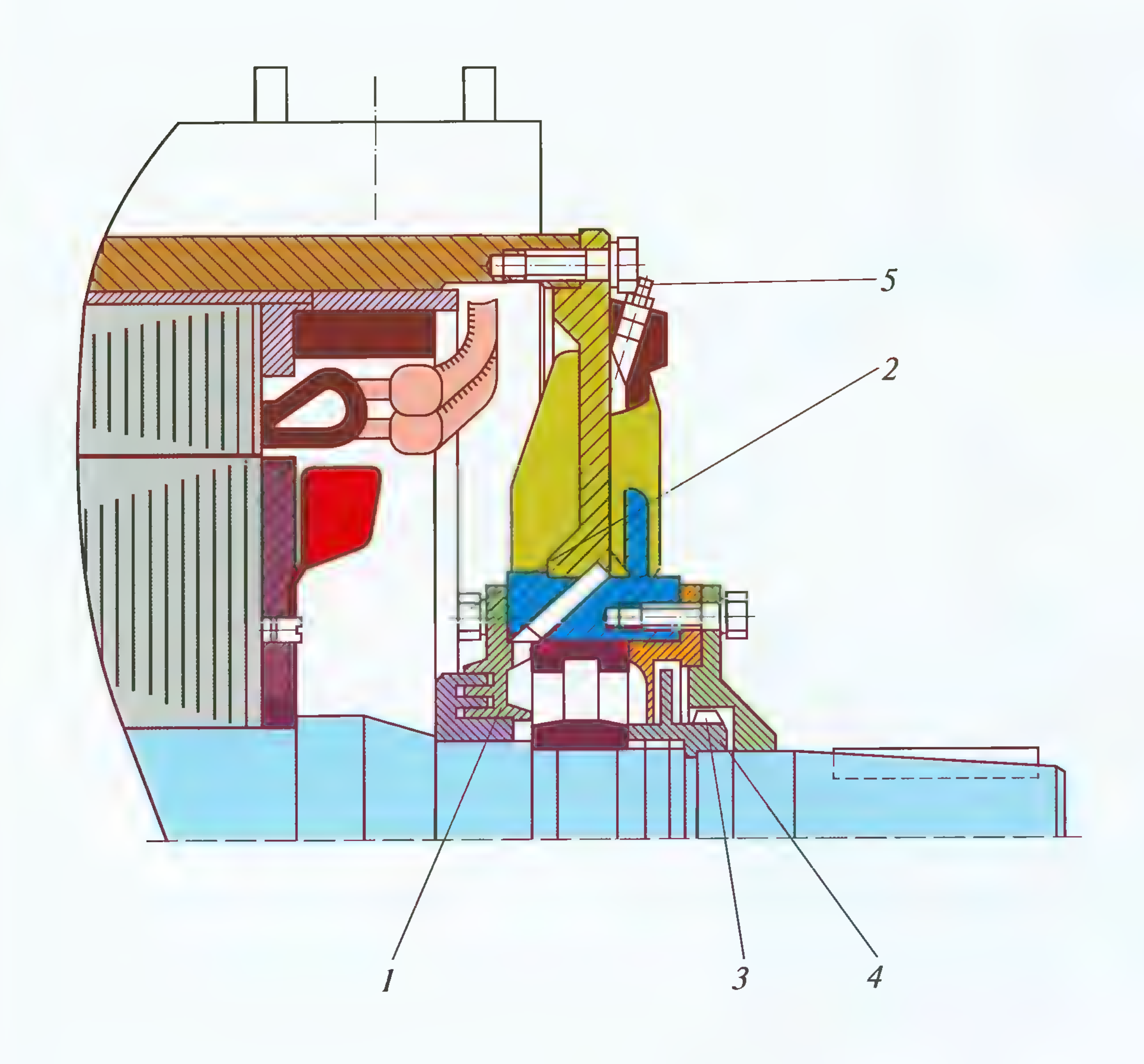
Конструкция генератора переменного тока типа ЭГВ.08.У1



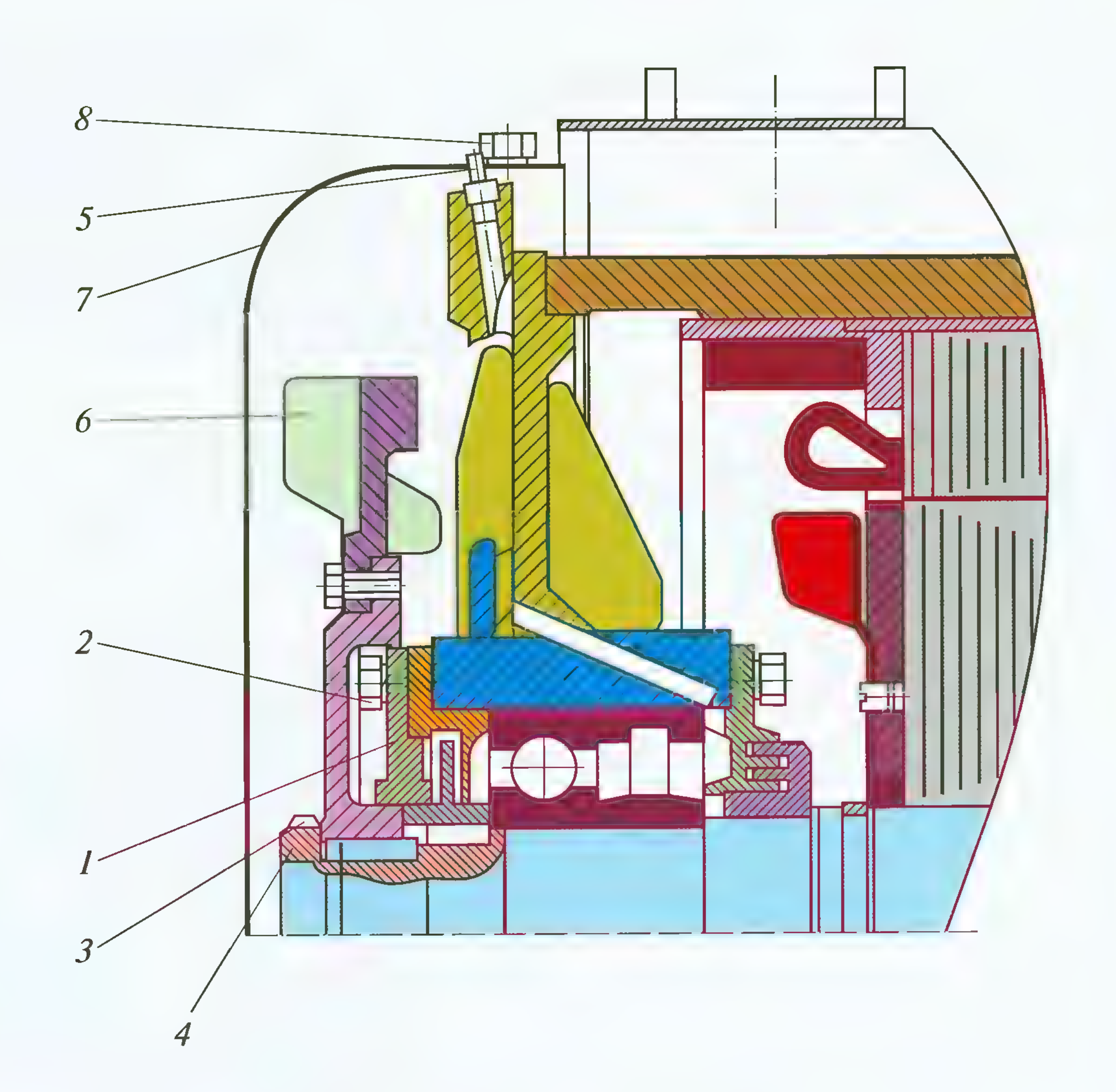
Генератор состоит из следующих узлов: корпуса *1*; листового пакета статора *2*, который впрессован в корпус *1* (обмотка возбуждения *3* и обмотка якоря *4* находятся в пазах пакета статора); ротора *5*, который состоит из вала *6* с листовым пакетом ротора *7* из электротехнической стали; подшипниковых щитов *8* и *9*, которые имеют подводящие отверстия для смазки и камеры для сбора отработанной смазки; подшипников: роликовых *10* и *11*, и шарикового *12*. Болт *13* предназначен для обеспечения заземления корпуса. Для заземления оплетки проводов в клеммной коробке *14* имеется специальная шпилька *15*. Муфта на валу крепится с помощью шпонки *16*. Подшипники закрыты крышками *17* и *22*. Подшипники удерживают специальные стопорные шайбы *18* и *24*, которые фиксируются гайками *19* и *25*. Наружные кольца подшипников фиксируются нажимными кольцами *21* и *23*. Для защиты подшипников от попадания пыли предусмотрены лабиринтные кольца *26*, *27*, *29*, *30* и маслоотбойные кольца *20* и *28*.

Конструкционные отличия подшипниковых щитов генератора типа ЭГВ-32 от типа ЭГВ.08.У1

На рисунках показаны конструкции переднего и заднего подшипниковых щитов генератора типа ЭГВ-32.



Передний подшипниковый щит:
1 — задняя крышка подшипника; *2* — болты крепления крышки; *3* — стопорная шайба; *4* — шлицевая гайка; *5* — тавотница (устройство для дозаправки масла — смазки подшипников)



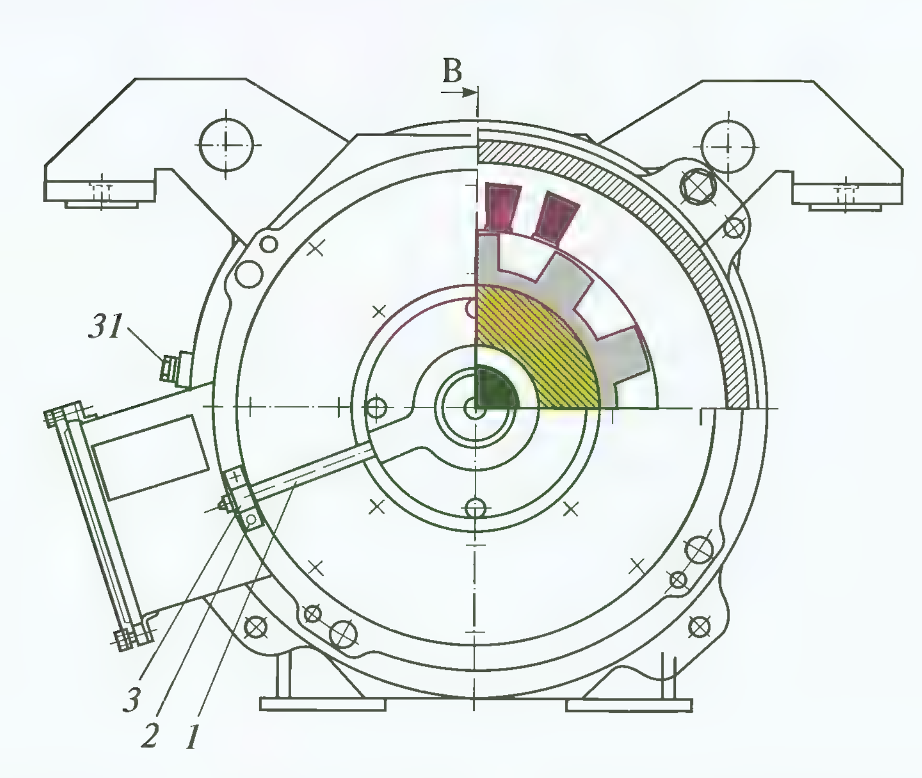
Задний подшипшиковый щит:
1 — крышка подшипника; *2* — болты крепления крышки; *3* — стопорная шайба; *4* — шлицевая гайка; 5 — тавотница; *6* — вентилятор; *7* — кожух; *8* — болты крепления кожуха

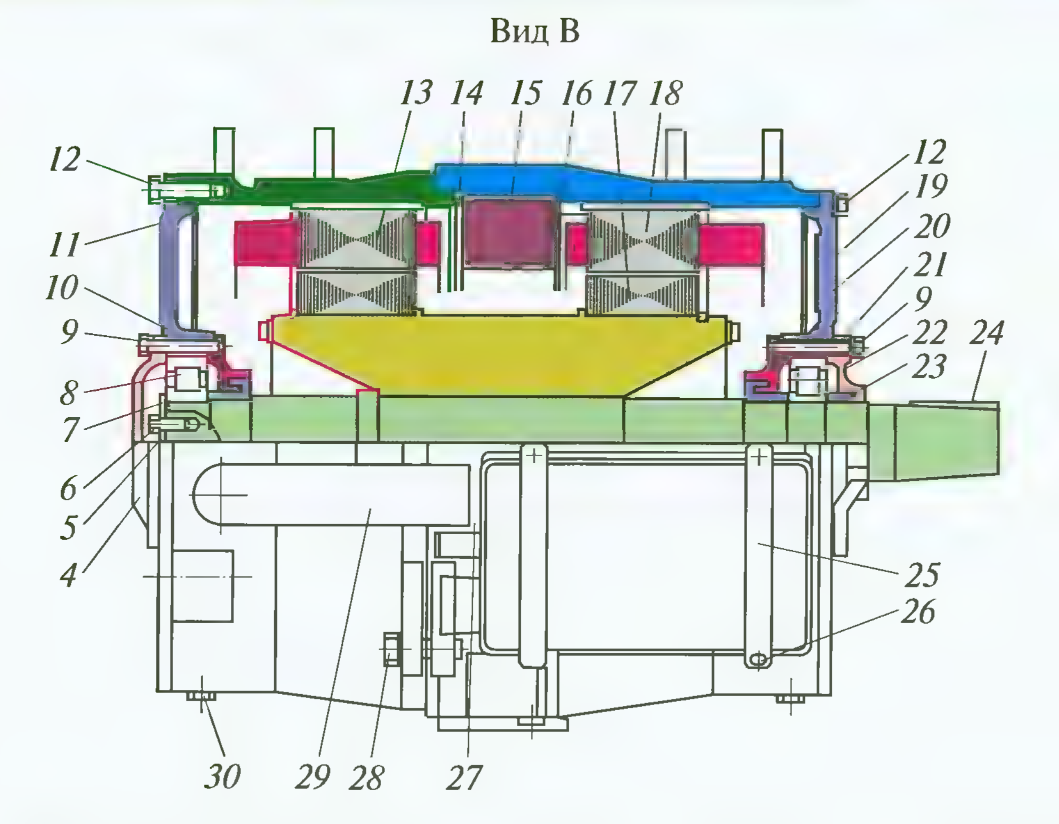
Технические данные генератора типа 2ГВ.13У1

Генератор переменного тока 2ГВ.13У1 устанавливается на вагонах с системой электрооборудования ЭВ44.03.3 в составе генераторных установок RGA-4 и RGA-5 взамен генераторов DCG4435/24/2а. Генератор индукторный, двухпакетный, трехфазный. Работает в обоих направлениях. Корпус состоит из двух станин, в каждую закреплен пакет листов статора, в пазы которых уложены трехфазные обмотки. Между статорами установлена катушка возбуждения. Ротор состоит из вала с втулкой, на которую закреплены два пакета листов ротора. Генератор возбуждается и создает трехфазное напряжение при скорости 30—35 км/ч.

Параметры	2ГВ.13У1
Мощность, кВ·А	34
Напряжение, В	116
Ток, А	170
Частота вращения, об/мин	950—3400
Частота, Гц	158—566
Напряжение возбуждения, В	142
Ток возбуждения, А	5,0
Масса, кг	700

Конструкция генератора типа 2ГВ.13У1





1 — трубка маслоотводящая; *2* — болт; *3* — скоба; *4* — крышка подшипника; *5* — шайба стопорная; *6* — болт; *7* — шайба; *8* — подшипник; *9* — гайка; *10* — крышка подшипника; *11* — щит передний; *12* — болт; *13* — статор; *14* — кольцо пружинное; *15* — катушка возбуждения; *16* — кольцо; *17* — ротор; *18* — статор; *19* — щит задний; *20*, *21* — крышки подшипника; *22* — подшипник; *23* — втулка; *24* — шпонка; *25* — коробка клеммная; *26* — болт; *27* — хомут; *28* — болт; *29* — рукав; *30* — пробка; *31* — заземляющий болт

Технические характеристики вентильно-индукторного генератора

Генераторы, используемые на пассажирских вагонах, находятся на пределе своих возможностей. Они имеют низкие удельные характеристики и уже не обеспечивают возрастающих потребностей по своим эксплуатационным показателям (надежности, ремонтопригодности, диапазону рабочих частот вращения, управляемости и др.).

В настоящее время ведутся работы по использованию в качестве автономного источника энергии для пассажирских вагонов вентильно-индукторных генераторов (ВИГ), которые позволяют увеличить мощность, имеют лучшие удельные показатели и позволяют повысить надежность и ремонтопригодность, а также сократить расход цветных металлов и конструкционных материалов.

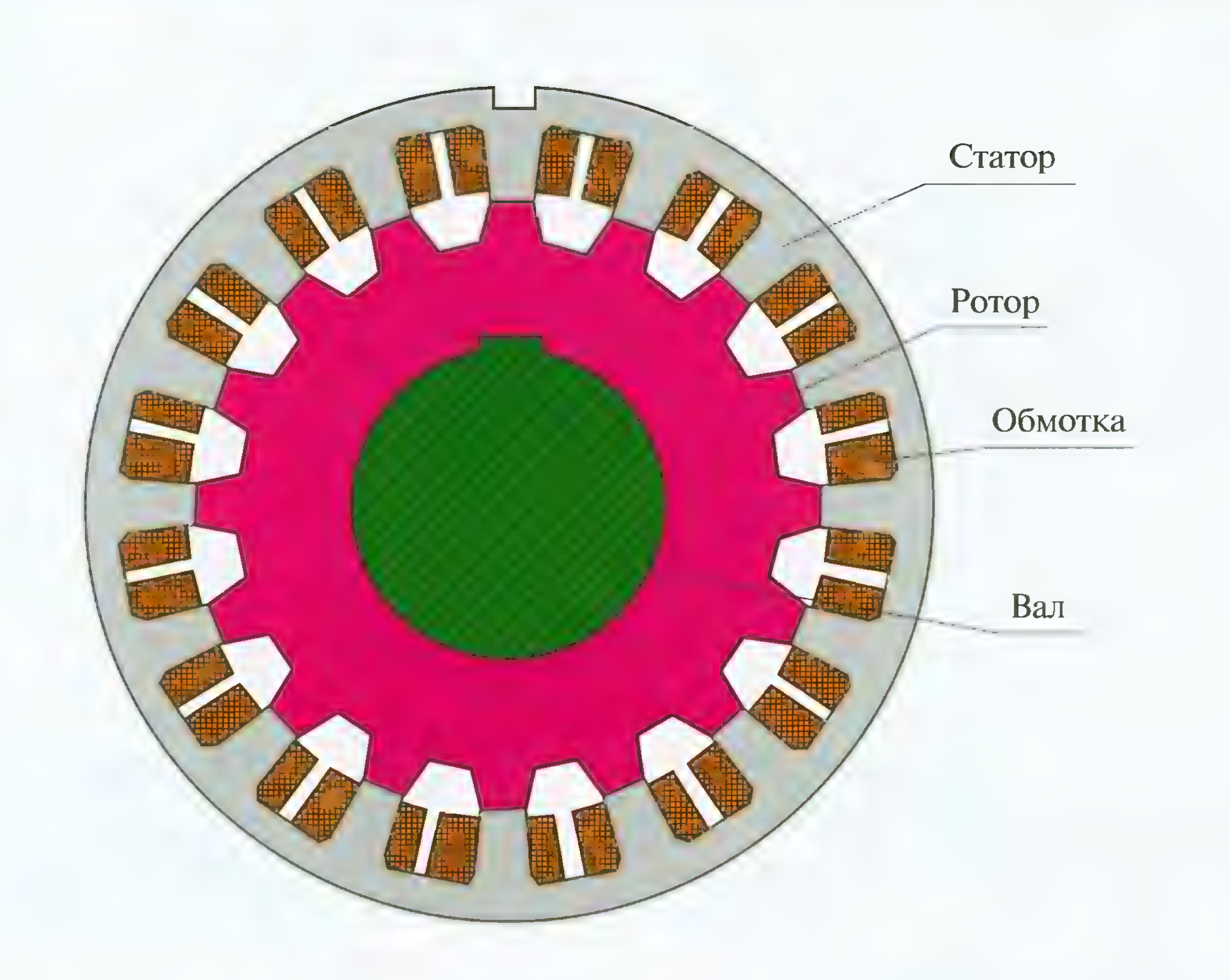
ВИГ относится к параметрическим электрическим машинам. Принцип его действия основан на периодическом изменении индуктивности обмотки статора в зависимости от углового положения ротора. Магнитопроводы статора и ротора имеют выступающие полюса — зубцы. В пазах статора расположена обмотка сосредоточенного типа, зубцы ротора обмоткой не охвачены и служат для замыкания магнитного потока. При такой конструкции индуктивность обмотки статора изменяется от максимального значения, при совпадении осей зубцов статора и ротора (положение «зубец—зубец»), до минимального значения, при положении «зубец—паз». На форму кривой индуктивности обмотки помимо углового положения ротора влияет степень насыщения магнитопровода.

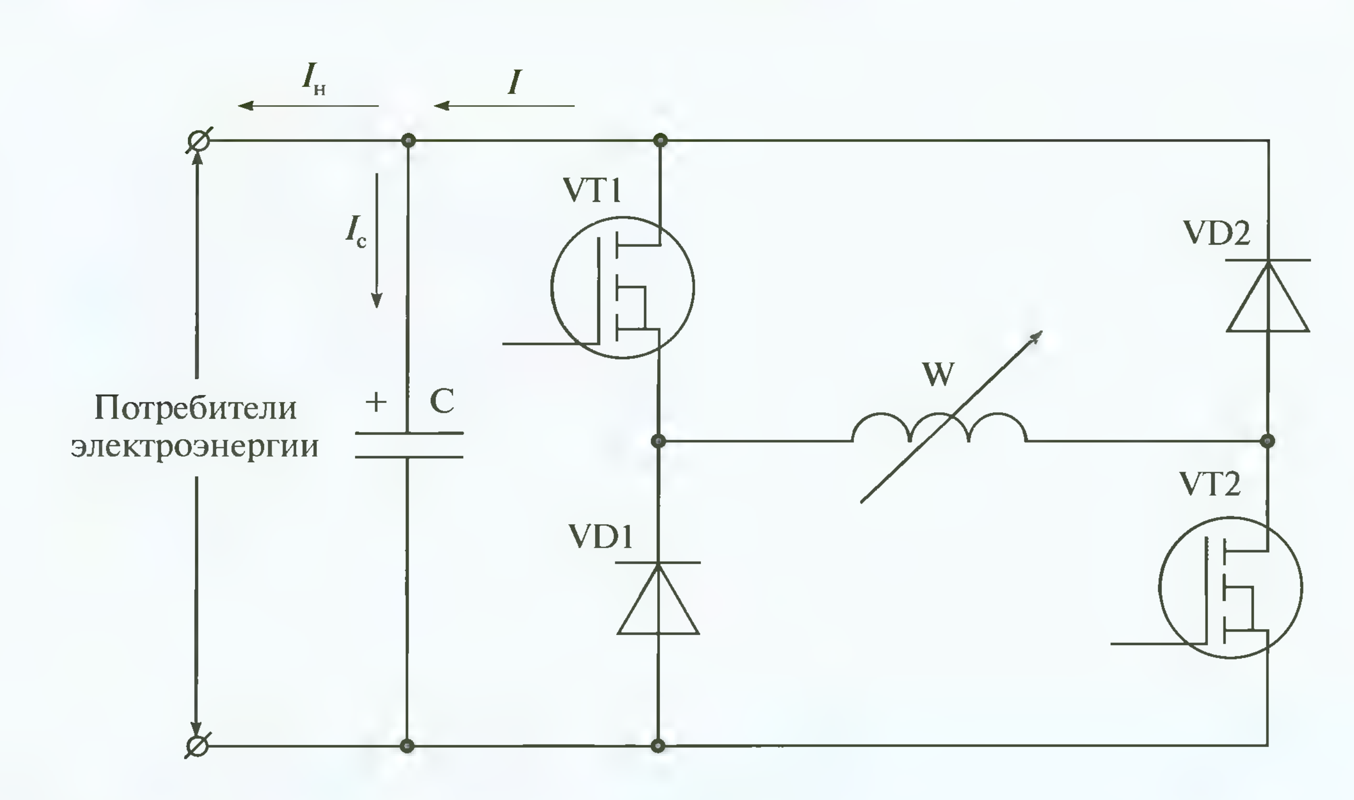
Конфигурацию зубцов и впадин выбирают таким образом, чтобы разность максимальной и минимальной индуктивностей обмотки в зависимости от угла поворота ротора была по возможности наибольшей. Это способствует эффективному электромеханическому преобразованию энергии, поскольку от скорости изменения индуктивности зависит электромагнитный момент и, в конечном счете, энергия, поступающая в электромагнитный контур генератора.

Сравнительные данные экспериментального ВИГ, изготовленного в корпусе генератора 2ГВ-003, и используемого в настоящее время генератора 2ГВ-003 приведены в таблице.

Параметры	ВИГ	2ГВ-003
Номинальная мощность, кВ·А	15	9,45
Масса генератора, кг	215	260+13
Масса меди, кг	17,6	19,6
КПД, % при 2000 мин$^{-1}$	91	86
Диапазон напряжений на выходе, В	12—311	45/24
Устойчивая работа генератора при скоростях движения вагона, км/ч	10—120	40—120

Вентильно-индукторный генератор (ВИГ)





Работа генератора осуществляется следующим образом. От колесной пары поступает механическая энергия на вал генератора. При подключении источника питания (возбуждения) в момент, близкий к совпадению зубцов статора и ротора возбужденной фазы, начинает протекать ток в обмотке статора по цепи C—VT1—W—VT2—C. В качестве источника возбуждения служит энергия, накопленная в конденсаторе C. Под действием механического момента, приложенного к валу ВИГ, зубцы ротора удаляются от зубцов статора. При этом уменьшается индуктивность обмотки, что сопровождается наведением ЭДС в обмотке статора по направлению, совпадающему с током в обмотке. Ток, протекающий в обмотке под действием наведенной ЭДС, складывается с током возбуждения, увеличивая запас электромагнитной энергии, в контурах ВИГ. Когда ротор, двигаясь под действием внешних сил, достигнет положения, близкого к положению «зубец—паз», по сигналу датчика положения ротора закрываются полупроводниковые ключи VT1 и VT2. Энергия, затраченная на возбуждение и полученная путем электромеханического преобразования от внешнего движителя (колесной пары), поступает во внешнюю цепь C—VD1—W—VD2—C. Замкнутое состояние силовых полупроводниковых ключей (VT1, VT2) приходится на строго определенную область углового положения ротора относительно статора — область генераторного режима. Эта область определяется датчиком положения ротора, сигнал которого подается в систему управления.

Технические данные генератора типа ЕСС5В-93-4У2 1М101

На рефрижераторных 5-вагонных секциях БМЗ используются генераторы типа ЕСС5В-93-4У2 1М101 (ЕСС5 — тип генератора; В — исполнение для вагонной секции; 9 — условное обозначение габарита; 3 — порядковый номер длины сердечника; 4 — число полюсов; У — климатическое исполнение; 2 — категория размещения по ГОСТ 15150-69; 1М101 — исполнение щитовое).

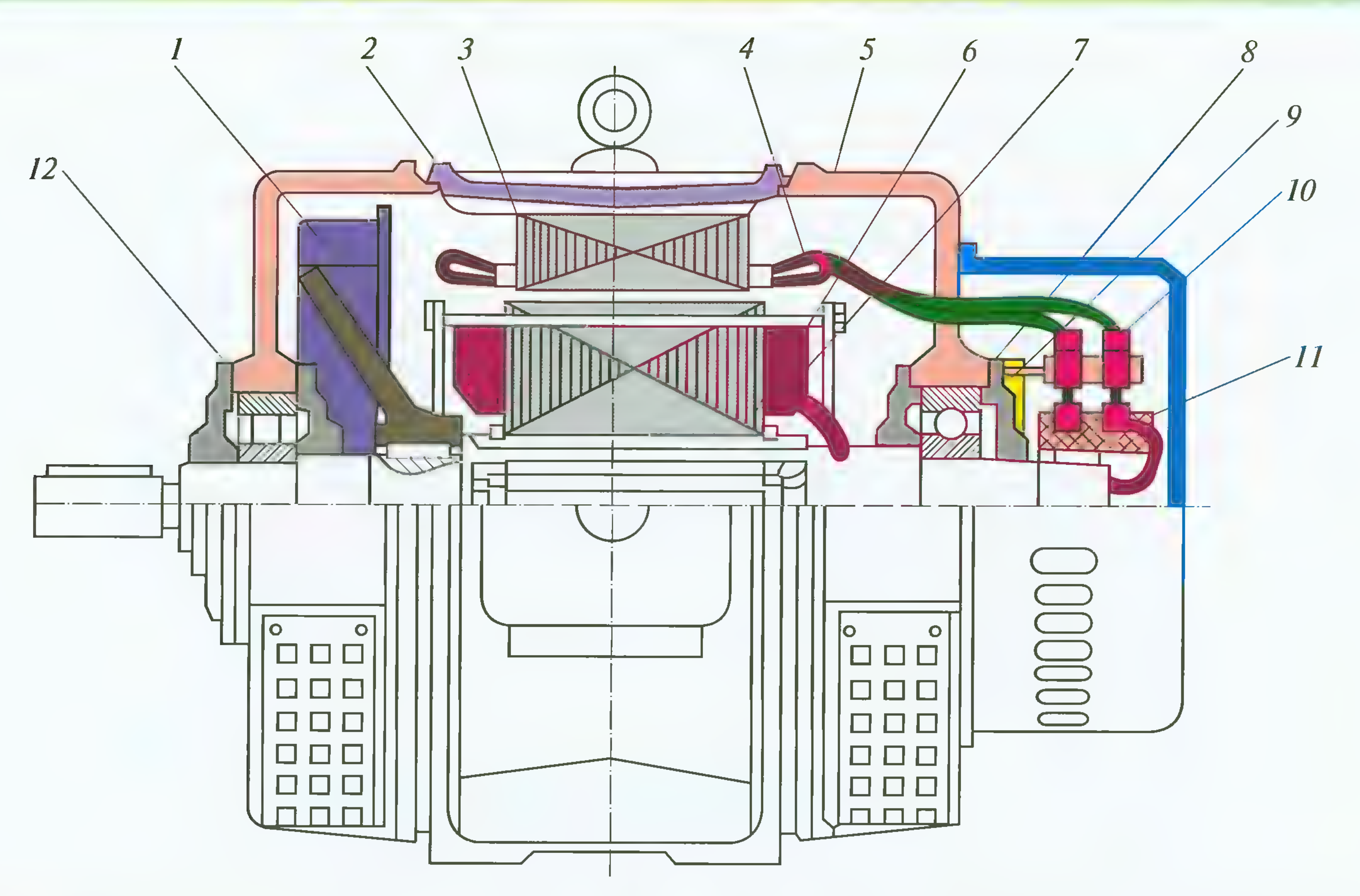
Генераторы предназначены для выработки переменного трехфазного тока частотой 50 Гц, напряжением 400 В, с частотой вращения 1500 об/мин в составе дизель-электрических агрегатов, устанавливаемых на 5-вагонные рефрижераторные секции. Генератор допускает работу в повторно-кратковременном режиме с продолжительностью включения до 25 % и нагрузкой в рабочее время цикла по току до 125 % от номинального значения. Самовозбуждение генератора осуществляется через встроенный блок выпрямителей, а начальное возбуждение — от источника постоянного тока. Генератор имеет стабилизирующее устройство, вмонтированное в щите управления. На щите генератора со стороны контактных колец устанавливается блок выпрямителей. Стабилизирующее устройство генератора обеспечивает автоматическое поддержание напряжения в пределах ±5 % от среднерегулируемого значения при всех нагрузках от холостого хода до номинальной величины, любом значении коэффициента мощности от 0,8 (отстающем) до 1,0 при установившейся температуре генератора и номинальной частоте вращения. Генераторы выпускаются для правого направления вращения (по часовой стрелке со стороны привода). Вентиляция генератора — аксиальная, вытяжная. Воздух забирается центробежным вентилятором со стороны контактных колец. Вентилятор установлен на валу под подшипниковым щитом со стороны привода. Технические данные генератора типа ЕСС5В-93-4У2 1М101 представлены в таблице.

Параметры	ЕСС5В-93-4У2
Мощность, кВт/кВ·А	75/93,7
Напряжение, В	400
Ток, А	135
Частота, Гц	50
Частота вращения, об/мин	1500
КПД, %	91
Возбуждение	Самовозбуждение с автоматическим регулированием
Вес, кг	800

Разрез генератора типа ЕСС5В-93-4У2 1М101



Конструкция генератора типа ЕСС5В-93-4У2 1М101



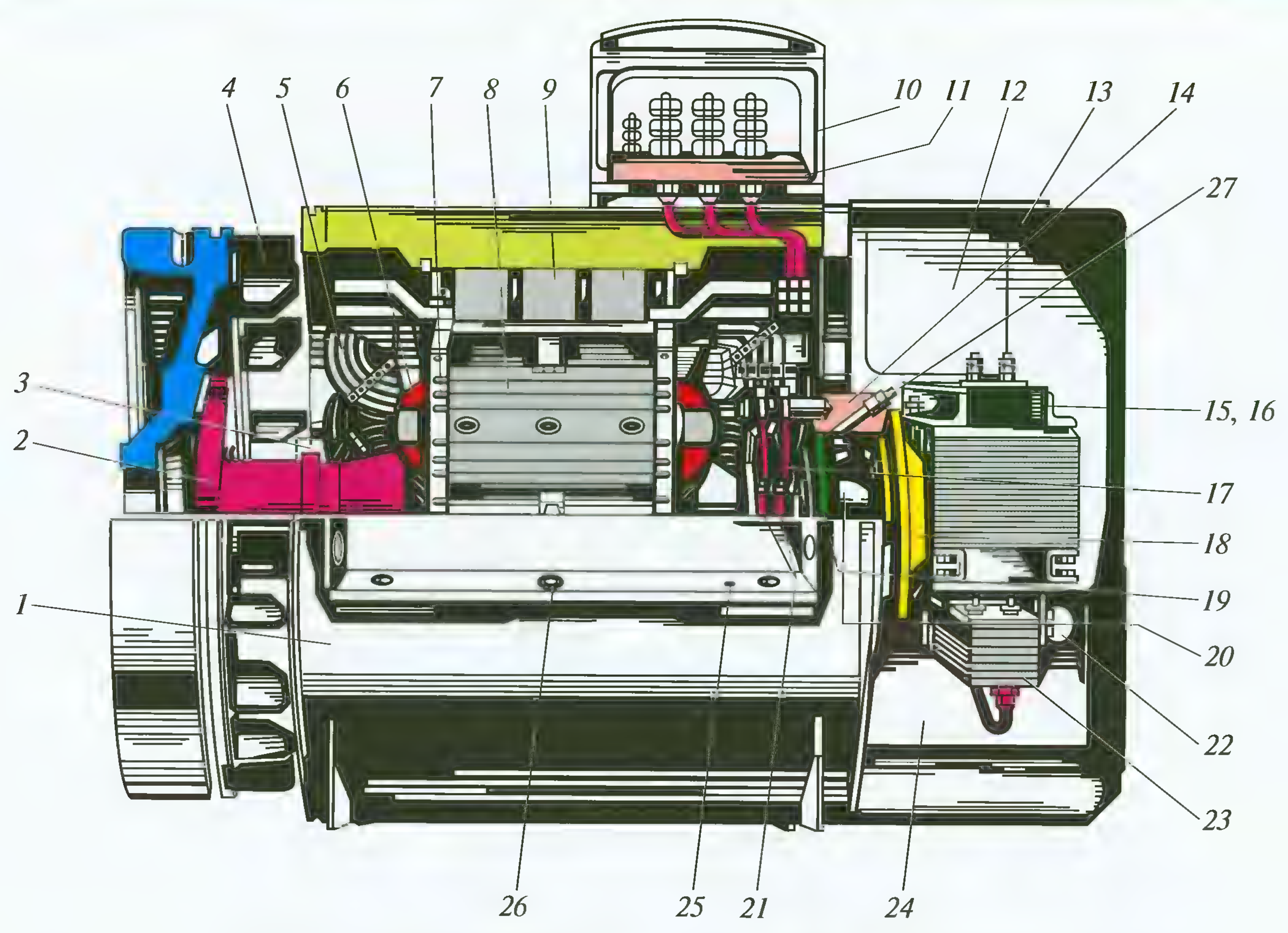
В нижней части станины генератора *2* расположены лапы. На внутренней поверхности станины расположены шесть ребер, на которые устанавливается сердечник *3*. Щели между статором и станиной служат для прохождения охлаждающего воздуха с помощью вентилятора *1*. Обмотка статора *4* по типу всыпная, состоит из мягких секций, намотанных круглым медным проводом. Кроме основной обмотки, в пазы статора вложена дополнительная обмотка, служащая для питания схемы возбуждения генератора. Начала фаз дополнительной обмотки подводятся к БКТС (блок компаундирующих трансформаторов и сопротивлений), а концы через подшипниковый щит — к блоку выпрямителей. В нижних частях подшипниковых щитов *5* расположены окна для прохождения воздуха, защищенные сетками. К щиту, со стороны контактных колец, крепится кожух, который защищает траверсу, контактные кольца *11*, компаундирующие сопротивления и блок выпрямителей *10*. Сердечник ротора *6* крепится с валом по всей длине посредством шлицевого соединения, а с торцов — двумя кольцевыми шпонками. Обмотка ротора *7* выполняется последовательным соединением отдельных катушек. Катушки наматываются из прямоугольной изолированной меди и после предварительной изоляции полюсных сердечников надеваются на них. Выводные провода обмотки ротора пропускаются через вал, конец которого со стороны контактных колец полый (сверленный), и соединяются с контактными кольцами *11*. В крышки генератора со стороны привода устанавливается роликовый подшипник *12*, а со стороны контактных колец — шариковый *8*. Блок выпрямителей *10* состоит из изоляционной панели, на которой крепятся диоды с охладителями. Панель блока крепится к щиту со стороны контактных колец. На этот же щит крепится чугунное кольцо *9*, которое стягивает крышку подшипника. На шпильку, которая вкручена в чугунное кольцо, крепятся две траверсы, каждая на два щеткодержателя, со щетками марки ЭГ-14 и сечением 10 × 16 мм.

Технические данные генератора типа SSED 358-6а

На рефрижераторных секциях немецкой постройки для питания главных потребителей применяются трехфазные генераторы со стабилизированным напряжением типа SSED 358-6а. Генератор типа SSED 358-6а является одноопорной явнополюсной машиной с фланцевым валом. Генератор имеет один подшипник и жестко соединен с маховиком дизеля. Весь крутящий момент передается динамическим резьбовым соединением. Закрепленные на маховике сегменты вентилятора засасывают воздух охлаждения через генератор и выгоняют его через предохранительное ограждение маховика, выполненного в виде канала и направленного вниз, где предусмотрено фланцевое приспособление для резинового сильфона. Со стороны, противоположной приводу генератора, установлено устройство возбуждения и регулировки, состоящее из дросселя холостого хода, трансформатора тока и выпрямителя. Автоматическое регулирование напряжения обеспечивает стабильность напряжения в пределах ±2,5 % номинального значения при изменении нагрузки от 0 до 100 % и коэффициенте мощности от 0,5 до 0,9. Направление вращения — левое. Технические данные генератора типа SSED 358-6а представлены в таблице.

Параметры	SSED 358-6а
Мощность, кВ·А	100
cos φ	0,8
Напряжение, В	390
Ток, А	148
Частота, Гц	50
КПД, %	88
Частота вращения, об/мин	1000
Возбуждение	Самовозбуждение с автоматическим регулированием
Вес, кг	810

Конструкция генератора типа SSED 358-6а



Статор *1* литой конструкции. Пакет статора *9* собран из динамной стали. Обмотка статора *5* выполнена в виде концентричной однослойной обмотки из медной проволоки круглого сечения и изолирована изоперлоном. Для крепления статор имеет опорные лапы *25* с заземляющим болтом *26*. Вал явнополюсного ротора выполнен в виде фланцевого вала *2* с сегментами вентилятора *4*. На вал надета ступица явнополюсного ротора *3*. Полюсы прикреплены болтами с внутренним шестигранником. Полюс *8* собран из листового материала толщиной 1 мм. На полюсе две обмотки: многослойная полюсная *6* и демпферная *7*, обе залиты эпоксидной смолой для фиксирования и изоляции. Ток возбуждения для полюсных катушек ротора подводится через щеткодержатели *17* с электрографитовыми щетками и контактные кольца *21*. Генератор является одноопорной машиной, явнополюсный ротор имеет самоустанавливающийся роликовый подшипник *20*, который размещен в подшипниковом щите *14* из серого чугуна. Подшипник защищен от пыли крышками *18* и *19* и имеет устройство для дозаправки смазки (тавотницу) *27*. Устройство возбуждения с дросселем холостого хода *15* и трансформатором тока *16*, диоды выпрямителя *23* и элементы защиты (варисторы) *22* смонтированы в виде компактного узла на кронштейне *24* и привинчены на подшипниковом щите со стороны, противоположной приводу. Устройство возбуждения закрыто защитным кожухом *13*, имеющим смотровой люк *12*. Выводы от обмоток статора выведены в клеммную коробку *10* на изолирующую колодку *11*.

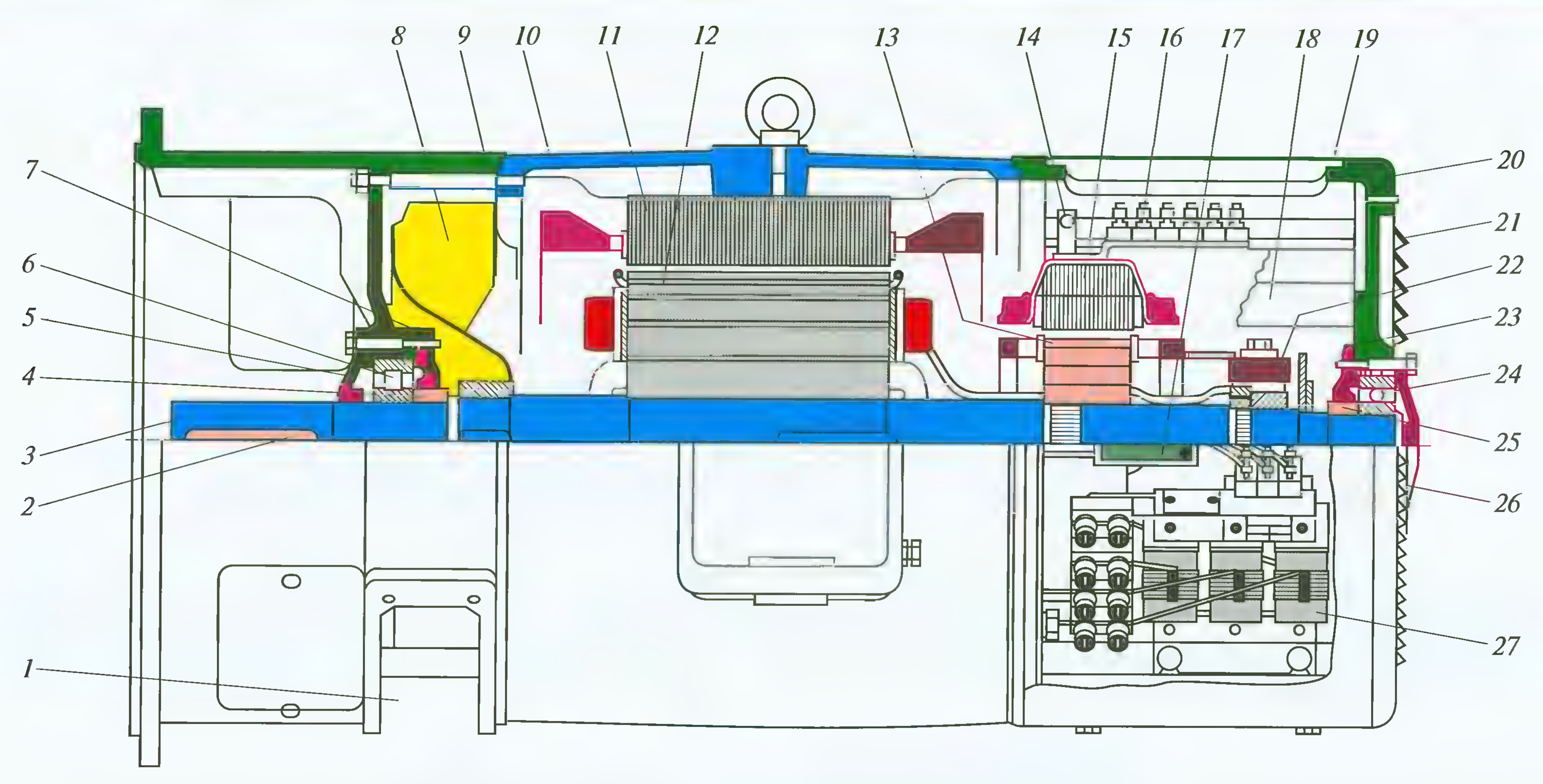
Технические данные генератора типа DGKIO 25-4/R

На рефрижераторных секциях немецкой постройки в качестве вспомогательного дизель-генераторного агрегата применяется агрегат типа 06-8020. Агрегат служит для снабжения электроэнергией бортовой сети собственных нужд, при необходимости может использоваться для обеспечения циркуляции воздуха в грузовых вагонах во время перерывов работы основных агрегатов. Для выработки электроэнергии в агрегате применяется генератор типа DGKIO 25-4/R — генератор трехфазного тока со стабилизированным напряжением, бесщеточный, с внутренними полюсами, синхронный, самовозбуждающийся и компаундированный через трехфазную машину с внешними полюсами, встроенную в генератор, с электронным регулирующим устройством и принудительной вентиляцией с помощью вентилятора, вращающегося вместе с явнополюсным ротором. Система автоматического регулирования обеспечивает поддержание напряжения на выходе генератора в пределах ±1,0 % при изменении нагрузки от холостого хода до номинальной и коэффициенте мощности от 0,5 до 1,0 (при активно-индуктивной нагрузке) в диапазоне температуры воздуха от –25 до +55 °С и изменении частоты вращения на 5 %. Такие высокие характеристики обеспечиваются системой компаундирования совместно с электронным регулятором. В аварийном режиме генератор может работать без электронного регулятора; вместо него параллельно обмотке подключают реостат, с помощью которого вручную регулируют напряжение. В этом случае напряжение на выходе будет изменяться в более значительных пределах.

Генератор своим фланцевым подшипниковым щитом посредством болтов прочно соединен с дизелем. Такая конструкция обеспечивает надежное центрирование втулочно-пальцевой упругой муфты, применяемой для соединения дизеля и генератора. На каркасе генератора закреплены система управления и контроля за работой дизеля и аккумуляторная батарея. Технические данные генератора типа DGKIO 25-4/R приведены в таблице.

Параметры	DGKIO 25-4/R
Мощность, кВт	20,0
cos φ	0,8
Напряжение, В	390
Ток, А	37
Частота, Гц	50
КПД, %	88
Частота вращения, об/мин	1500
Возбуждение	Самовозбуждающаяся за счет машины с внешними полюсами
Вес, кг	238

Конструкция генератора типа DGKIO 25-4/R



Генератор состоит из основной машины с внутренними полюсами, небольшого возбудителя с внешними полюсами и соответствующих принадлежностей. Все принадлежности возбудителя, а также транзисторный регулятор размещаются в подшипниковом щите напротив привода и доступны после снятия натяжной ленты. Корпус *10* и подшипниковые щиты *9* и *20* выполнены из серого чугуна. В корпусе находится статор, выполненный из листов электротехнической стали с обмоткой якоря *11*. В подшипниковом щите со стороны привода *9* установлен роликовый подшипник *6*, защищенный внешней *5*, внутренней *7* крышками и распорным кольцом *4*. В подшипниковом щите, расположенном напротив привода *20*, установлен шарикоподшипник *24*, защищенный внешней крышкой *26*, внутренней *23* и распорным кольцом *25*. Явнополюсный ротор *12* состоит из пакетов электротехнической стали, на которых намотаны катушки полюсов. Пакеты закреплены на валу ротора *3*. На валу ротора крепится вентилятор *8*, который прогоняет воздух по внутренним полостям генератора, забирая его через жалюзи в заднем подшипниковом щите *21* и выгоняя его через специальную шахту *1*. Элементы возбуждения и регулировки находятся под задним щитом, доступ этим элементам возможен через окна в щите, которые закрыты специальной натяжной лентой *19*. На приливах щита неподвижно закреплены обмотка возбуждения возбудителя *15*, компаундный выпрямитель *17*, конденсатор *18*, сопротивления *14* и трансформатор тока *27*. Все внешние соединения подключаются к соединительным зажимам *16*. На валу ротора смонтированы вращающийся выпрямитель с защитным устройством *22* и обмотка якоря возбудителя *13*. Вал генератора для соединения с валом дизеля имеет призматическую шпонку *2*.

Технические данные генератора типа ГСФ-200

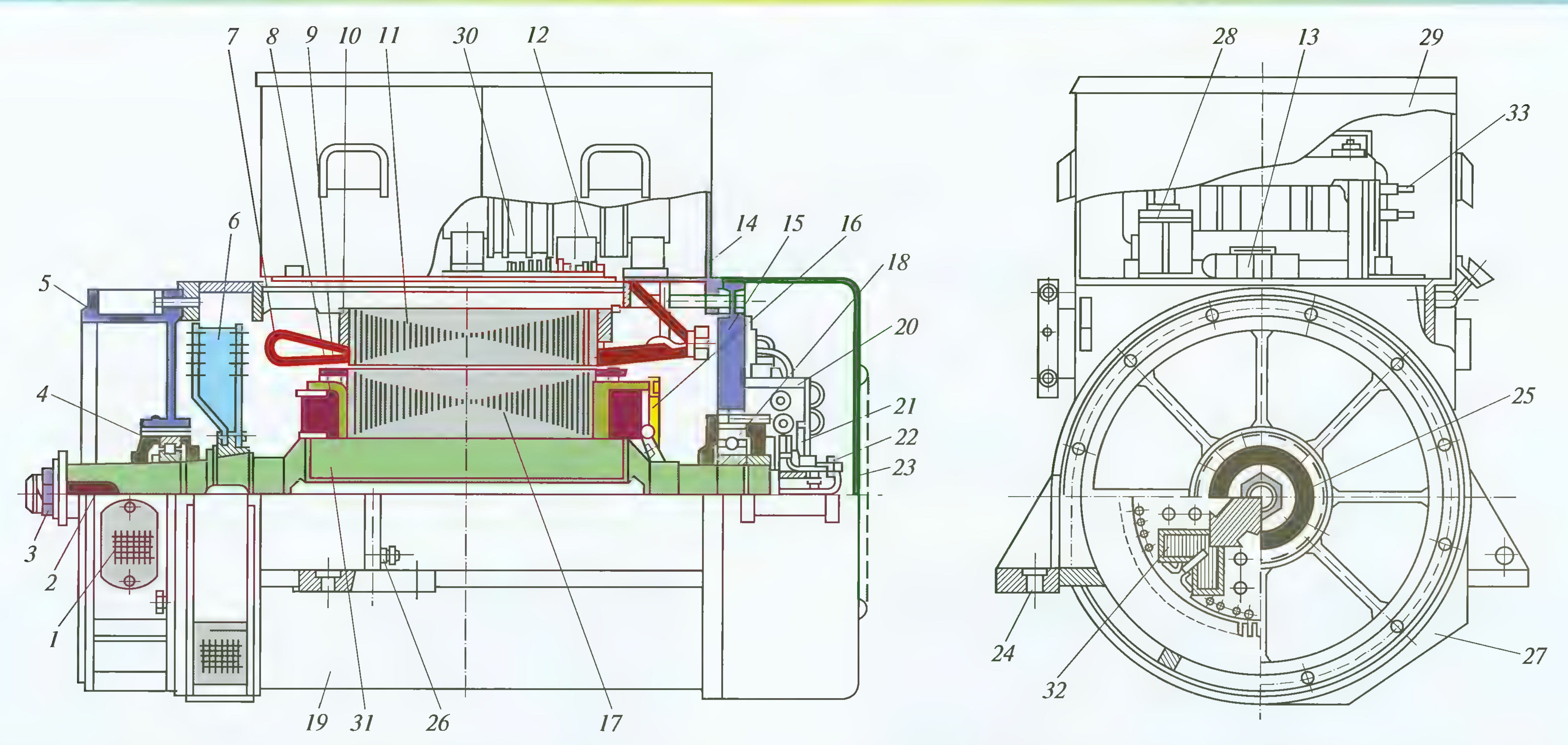
На вагонах-электростанциях пассажирских поездов с централизованной системой электроснабжения (пассажирский поезд «Аврора») для вырабатывания напряжения применяются синхронные генераторы типа ГСФ-200 (Г — генератор; С — синхронный; Ф — фланцевое соединение; 200 — мощность в кВт). Генератор предназначен для получения трехфазного переменного тока напряжением 400 В с частотой 50 Гц. Генератор приводится во вращение дизелем или — в современных вагонах-электростанциях — электрическим двигателем, получающим питание от контактной сети через специальный преобразователь. Генератор соединяется с дизелем или другим видом двигателя с помощью упругой пальцевой муфты. Исполнение генератора горизонтальное, защищенное, на двух подшипниковых щитах, с фланцем на одном подшипниковом щите, с одним коническим концом вала. Обмотка возбуждения генератора расположена на четырех полюсах ротора, имеющих чередующуюся полярность. Начальное возбуждение генератора производится от аккумуляторной батареи стартера дизеля или другого источника постоянного тока. Самовозбуждение возможно при пуске после кратковременной остановки. Вентиляция — аксиальная с помощью вентилятора, установленного на валу генератора. Система фазного компаундирования позволяет обеспечить поддержание постоянства напряжения с точностью ±5 % номинального на зажимах генератора при плавном изменении нагрузки от нуля до номинальной и при коэффициенте мощности от 1,0 до 0,4. Технические данные генератора типа ГСФ-200 представлены в таблице.

Параметры	ГСФ-200
Мощность, кВт/кВ·А	200/250
Напряжение, В	400
Ток нагрузки, А	361
Частота, Гц	50
Частота вращения, об/мин	1500
cos φ	0,8
КПД, %	92
Ток возбуждения, А	130
Напряжение возбуждения, В	24
Масса, кг	1460±73

Общий вид вагона-электростанции поезда «АВРОРА»



Конструкция генератора типа ГСФ-200



Генератор состоит из статора, ротора, подшипниковых щитов (*5* со стороны привода и *15* со стороны контактных колец) и статической системы возбуждения. Статор состоит из стальной сварной станины *19* с лапами *24*, внутри которой закреплен с помощью двух нажимных шайб *10* собранный из листов стали толщиной 0,5 мм сердечник статора *11*. В пазах статора уложена трехфазная, двухслойная, с сокращенным шагом обмотка *7*. Ротор состоит из вала *31*, четырех полюсных сердечников *17* с катушками обмотки возбуждения *32*. На полюсах также установлены демпферные обмотки, состоящие из колец обмотки 8 и стержней *9*. На валу крепятся вентилятор *6* и балансировочное кольцо *16*. Ротор вращается в подшипниковых щитах с помощью роликового *4* и шарикового *18* подшипников. Подшипники закрыты крышками *25*. На свободный конец вала с помощью шпонки *2* и гайки *3* крепится полумуфта, которая соединяется с другой полумуфтой, установленной на приводе. При вращении генератора вентилятор засасывает охлаждающий воздух через отверстия в колпаке *23*, прогоняет его между полюсами ротора и между пакетом статора и станиной, после чего выбрасывает через патрубок *27*. Отверстия в щите *5*, закрытые решетками *1*, предназначены для контроля состояния полумуфты привода и подшипников щита. Под колпаком *23* располагаются контактные кольца, закрепленные шпильками *22*, щеткодержатели *21* со щетками и блок силовых выпрямителей *20*. На станине, сверху, на основании блока питания *14* установлены: трансформатор *12*; защитные конденсаторы *13*; тиристорный блок *28*; панель *30* и клеммная колодка *33*. Это оборудование закрыто колпаком *29*. Статор имеет заземляющий болт *26*.

Технические данные преобразователя типа MW-12

Преобразователь типа MW-12 (однокорпусный умформер с двойным якорем) применяется на пассажирских вагонах немецкой постройки для преобразования постоянного тока в однофазный переменный, для питания люминесцентных ламп. Напряжение питания 55 и 110 В. Вес 98 кг. Генератор индукторный без обмоток на роторе, статорная и якорная обмотки располагаются на статоре. Ротор имеет зубчатую конструкцию (8 зубцов, 16 полюсов). Охлаждение принудительное с помощью вентилятора. Технические данные преобразователя типа MW-12 приведены в таблице.

Параметры	Двигатель	Генератор (индукторный)
Возбуждение	Шунтовое	Независимое
Напряжение, В	55/110	220
Частота, Гц	—	425
Ток, А	34/17	5,45
Напряжение возбуждения, В	55/110	
Число оборотов, об/мин	3190	
Род тока	Постоянный	Переменный
Мощность, кВт	1,9	1,2
Щетки	4 шт. 12×8×25. Усилие нажатия 250 г	—
Особенности конструкции	Статор двухполюсный	Обмотка ротора 16-полюсна, располагается на статоре

Преобразователь типа MW-12

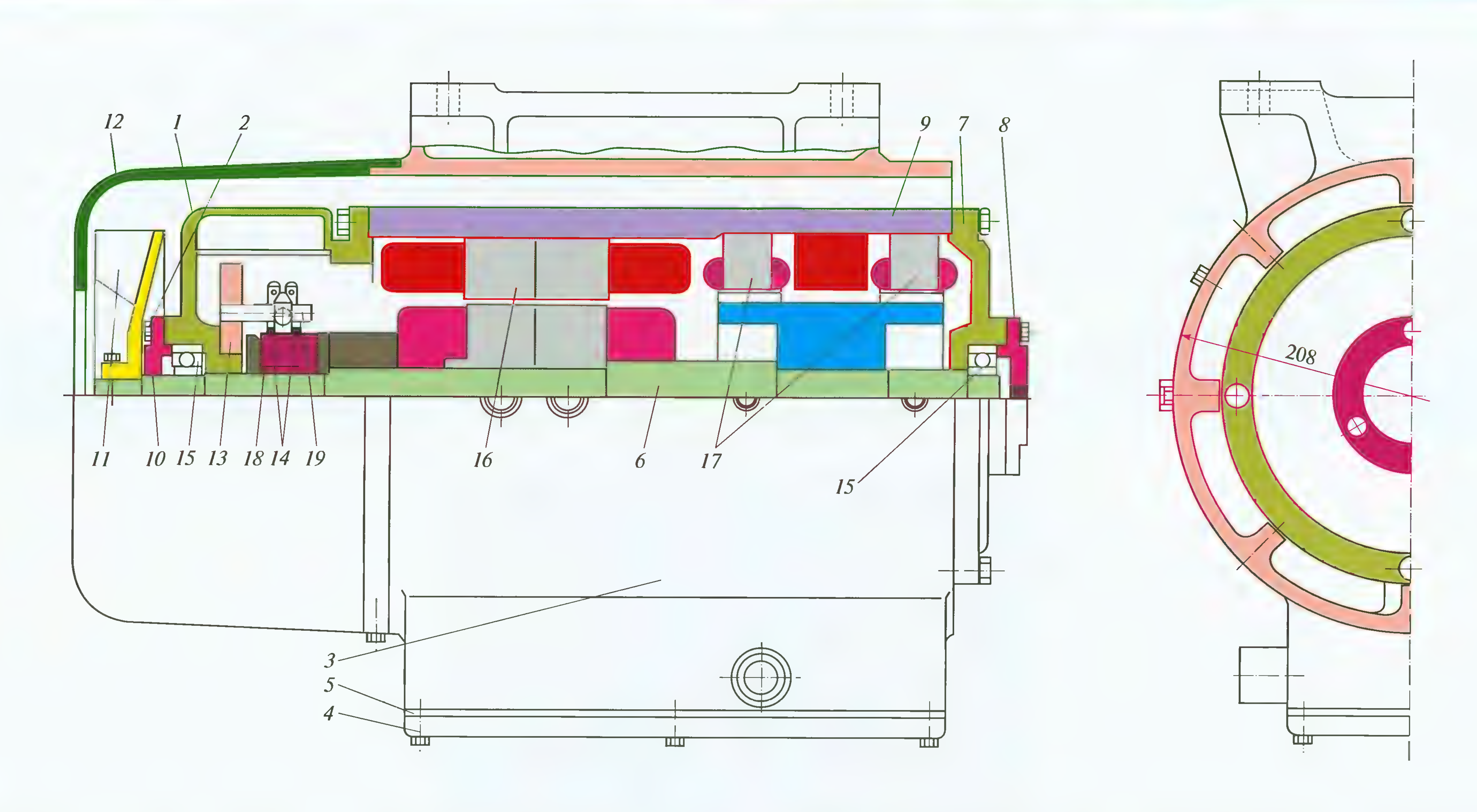


с ротором (со стороны генератора)



(со стороны двигателя)

Конструкция преобразователя типа MW-12



Преобразователь состоит из корпуса *3*, в котором закреплен пакет статора *9*; подшипниковых щитов *1* и *7*, в подшипниках *15* которых закреплен вал ротора *6*. Подшипники закрыты крышками *8* и *10* с помощью болтов *2*. Внутри щита *1* закреплена щеточная траверса *13*, в щеткодержателе *19* которой установлены щетки *14*, прижимающиеся к коллектору *18*. На корпусе имеется клеммная коробка, закрытая крышкой *4* с резиновой прокладкой *5*. На валу ротора со стороны коллектора крепится вентилятор *11*, закрытый колпаком *12*. Полюса двигателя *16* и генератора *17* выполнены из листов электротехнической стали.

Технические данные преобразователя типа ПО-300Б

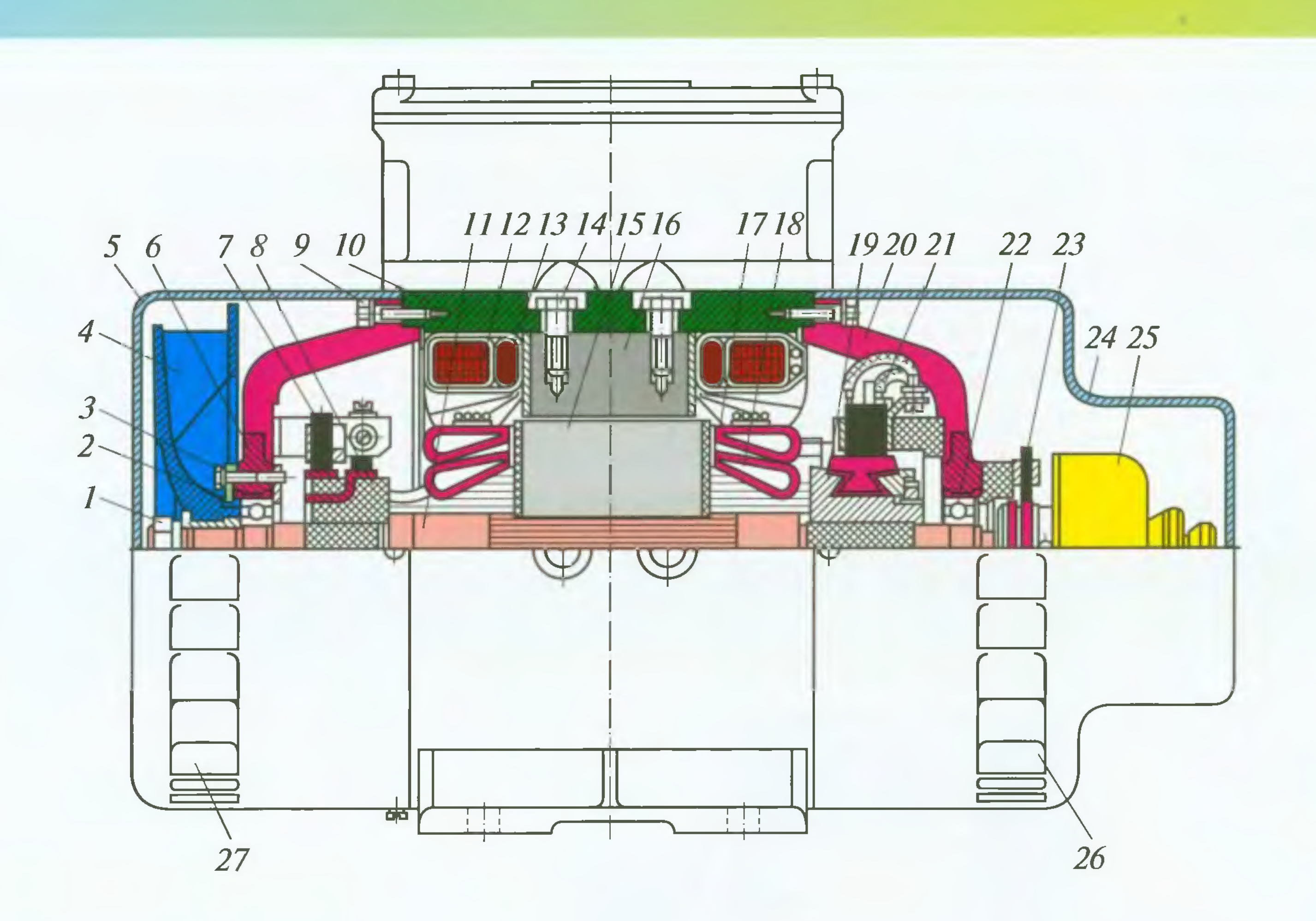
На 5-вагонных секциях БМЗ для питания бытовых электроприборов (паяльников, электробритв и т.д.) применяются преобразователи типа ПО-300Б. Преобразователь одноякорный. Обмотки постоянного и переменного тока электрически разделены. Коллектор и контактные кольца, к которым выведены концы обмоток, расположены на разных концах ротора. Напряжение питания 50—52 В. Полюсная система общая. Преобразователь имеет встроенный центробежный регулятор скорости вращения. Охлаждение принудительное с помощью вентилятора. Мощность ограничена (190 Вт), включение потребителей большой мощности не допускается. Вес 33 кг. Технические данные преобразователя типа ПО-300Б представлены в таблице.

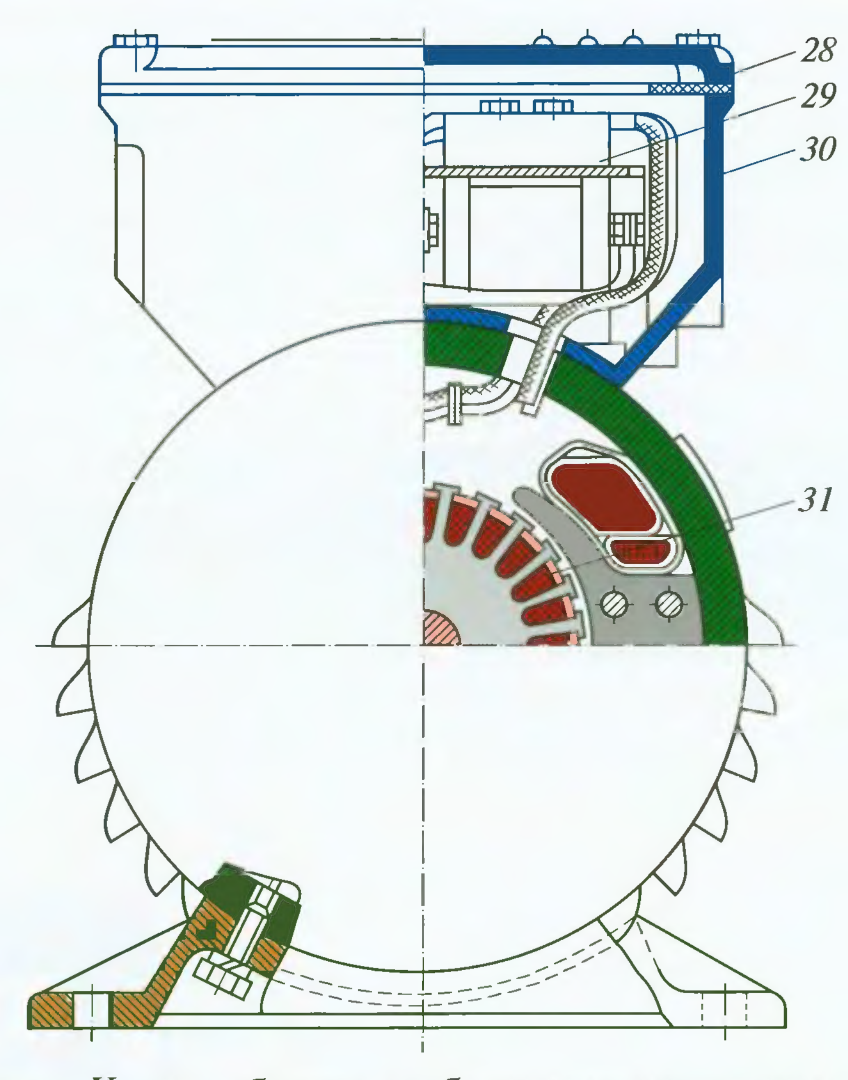
Параметры	Двигатель	Генератор
Возбуждение	Смешанное	
Напряжение, В	50	110
Частота, Гц	—	50
Ток, А	9,0	1,82
Напряжение возбуждения, В	50—52	
Число оборотов, об/мин	3000	
Род тока	Постоянный	Переменный однофазный
Мощность, кВт	1,0	0,19

Разрез преобразователя типа ПО-300Б



Конструкция преобразователя типа ПО-300Б





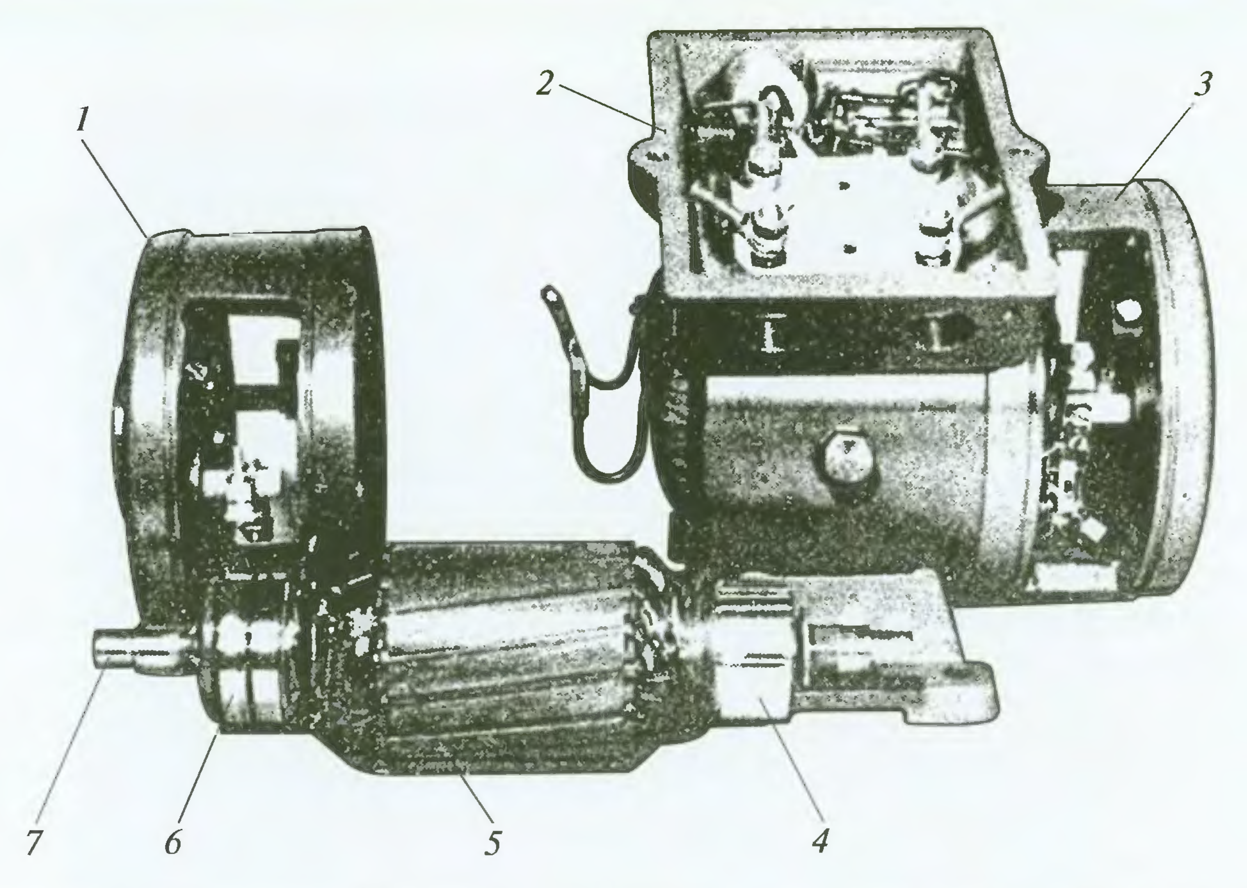
Основными узлами преобразователя являются: стальной корпус *10*, два подшипниковых щита *6* и *20*, прикрепленных к корпусу болтами *9*, вал *11*, сердечник *15* якоря и полюсы возбуждения *16*, прикрепленные к корпусу болтами *14*. В пазах *31* сердечника якоря, набранного из листов электротехнической стали, уложены обмотки постоянного *17* и переменного *18* токов. Выводы от концов обмоток переменного тока припаяны к контактным кольцам на втулке *8*, концы обмотки постоянного тока — к пластинам коллектора *19*. К коллектору прижаты щетки *21*, к контактным кольцам — щетки *7*. На полюсах *16* корпуса преобразователя имеются две обмотки возбуждения: шунтовая *12* и сериесная *13*. Обмотки выполнены в виде катушек и изолированы друг от друга, а также от полюса и корпуса прессшпановыми прокладками и обмоточной лентой. Полюсные сердечники обхватывают более 1/4 окружности якоря. Концы обмоток возбуждения и щеточных аппаратов выведены на контактную колодку *29* в корпусе *30*, где размешаются также дроссели и конденсаторы фильтра от радиопомех. Корпус закрыт крышкой *28*. Вал *11* преобразователя вращается в двух подшипниковых щитах, в которые запрессованы два подшипника *22*. Подшипник со стороны контактных колец закрыт крышкой *2* с помощью болтов *3*. На хвостовик вала с той же стороны напрессована крыльчатка *4* вентилятора, удерживаемая на валу гайкой *1*. Охлаждающий воздух засасывается через щели *26* на колпаке *24*, проходит между якорем и корпусом и выбрасывается через щели *27* на колпаке *5*. Со стороны коллектора на вал преобразователя напрессован центробежный регулятор *25*, закрытый колпаком *24*. К контактным кольцам регулятора прижаты щетки *23*.

Технические данные преобразователя типа UCW-2

На вагонах немецкой постройки без УКВ для преобразования постоянного тока в однофазный переменный применяются преобразователи типа UCW-2. Преобразователь одноякорный, моторная и генераторная части объединены в одном якоре. Обмотки электрически разделены. Полюсная система общая. Охлаждение естественное. Вес 14 кг. Технические данные преобразователя приведены в таблице.

Параметры	Двигатель	Генератор
Напряжение, В	54	200
Частота, Гц	—	51
Ток, А	2,5	0,33
Коэффициент мощности	—	0,85
Число оборотов, об/мин	3060	
Мощность, кВт	0,125	0,066
Возбуждение	Шунтовое	

Общий вид преобразователя типа UCW-2



1 — передний подшипниковый щит; *2* — стальной корпус с клеммной коробкой; *3* — задний подшипниковый щит; *4* — коллектор; *5* — ротор; *6* — контактные кольца; *7* — вал ротора

Рекомендуемая литература

1. *Дайлидко А.А.* Электрические машины тягового подвижного состава. — М.: Желдориздат, 2000.
2. *Зорохович А.Е. Либман А.З.* Электро- и радиооборудование пассажирских вагонов. — М.: Транспорт, 1985.
3. *Кацман М.М.* Электрические машины. — М.: Высшая школа, 2001.
4. *Москаленко В.В.* Электрический привод. — М.: Мастерство, 2001.
5. *Пронин М.В.* и др. Электроприводы и системы с электрическими машинами и полупроводниковыми преобразователями / Под ред. Е.А. Крутякова. — СПб.: Электросила, 2004.
6. *Скрипкин В.В.* Электрооборудование изотермического подвижного состава. — М.: Транспорт, 1990.
7. Генератор переменного тока типа ЭГВ.08.У1. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ЕИАЦ.526366.001-10 ТО. 2000.
8. Генератор синхронный трехфазный типа ГСФ-200. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ОБС.460.801 ТО. 1995.
9. Генератор синхронный трехфазный ЭГВ-32. Руководство по эксплуатации ИРФШ.526354.007 РЭ. 2001.
10. Генераторы синхронные трехфазные серии ЕСС5. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ОВД.140.097. 1999.
11. Изменения эксплутационной документации на 5-вагонный рефрижераторный поезд типа ZB 5. 1996.
12. Техническая документация пассажирского вагона дальнего следования с климатической установкой ЖА-93-44. 1995.
13. Техническая документация пассажирского вагона с установкой кондиционирования воздуха. Модель 61-4179. ОАО «Тверской вагоностроительный завод». 1999.
14. Техническая документация спального вагона РЖД габарита РИЦ 1 и 2 класса с климатической установкой. 1994.
15. Эксплутационная документация на 5-вагонный рефрижераторный поезд типа ZB 5-91. 1996.

Содержание